

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ТЕХНІЧНИЙ НАВЧАЛЬНО – НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ БІОРЕСУРСІВ ТА  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА  
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА  
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ



*Студентське наукове товариство*



# VIII ВСЕУКРАЇНСЬКА

студентська науково - технічна конференція

## "ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ.

### АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

23-24 квітня 2015 р.

*(збірник тез конференції)*

ТОМ 1

*Тернопіль 2015*

ББК 72+34 (Укр)

М34

Матеріали VIII Всеукраїнської студентської науково - технічної конференції / В 2 т. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 23-24 квітня 2015 р.), 2015.- Т. 1. - 332 с.

*В збірнику друкуються матеріали Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції. Тернопіль. – ТНТУ ім. І. Пулюя (23-24 квітня 2015 р.) за наступними науковими напрямками:*

математичне моделювання і механіка, машинобудування, машини та обладнання сільськогосподарського виробництва; приладобудування; матеріалознавство, міцність матеріалів і конструкцій; електротехніка, електроніка та світлотехніка; математика; фізика; хімія, хімічна, біологічна та харчова технології; обладнання харчових виробництв; інформаційні технології, гуманітарні науки, економіка, менеджмент, фінанси, радіоелектронні біотехнічні системи; зварювання та споріднені процеси і технології.

Редакційна колегія:

*д.т.н. Петро Ясній, д. ф.-м. н. Олег Шаблій, д.е.н. Богдан Андрушків, д.т.н. Богдан Гевко, д.ф.-м.н. Леонід Дідух, д.т.н. Ігор Стадник, д.ф.н. Анатолій Довгань, д.т.н. Володимир Андрійчук, д.т.н. Анатолій Лупенко, д.т.н. Ігор Луців, к.ф.-м.н. Михайло Михайлишин, д.т.н. Михайло Пилипець, к.ф.н. Василь Ніконенко, д.т.н. Роман Рогатинський, д.т.н. Петро Стухляк, д.е.н. Наталія Кирич, д.т.н. Микола Підгурський, д.т.н. Тимофій Рибак, д.т.н., Микола Приймак, д.б.н. Володимир Юкало, д.б.н. Олег Покотило, д.т.н. Богдан Яворський, к.ф.-м.н. Борис Шелестовський, д.ф.-м.н. Андрій Кривень, д.т.н. Павло Марущак, д.е.н. Олена Панухник, к.е.н. Ольга Білоус, к.е.н. Роман Федорович, д.т.н. Тетяна Вітенько, д.т.н. Чеслав Пулька, д.п.н. Надія Буняк.*

Комп'ютерний набір, верстка та редагування:  
науковий секретар Ігор Окіпний

Адреса конференції:

46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя  
тел. (0352) 25-35-09, e-mail: [snt@tu.edu.te.ua](mailto:snt@tu.edu.te.ua)

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

Секція:

**Обладнання харчових виробництв**

УДК 664.02

Лозовський Ю. - ст. гр. ХОМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА НА  
ВАЛЬЦЬОВОМУ ВЕРСТАТІ Р6-ВС 185Х250**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Лясота О.М

Lozovskiy Y.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

**ANALYSIS OF GRAIN FOR GRINDING  
ROLLER MILL R6 -VS 185X250**

Supervisor: Lyasota O.M

Подрібнення зерна здійснюється за допомогою подрібнюючих вальців, які обертаються з різними швидкостями, механічні властивості котрих впливають на якість та продуктивність процесу подрібнення. Однією з найважливіших проблем подрібнення є отримання якомога одноріднішого за гранулометричним складом кінцевого продукту. Це зумовлено необхідністю стабілізації показника якості продукції (борошна), а також вимогами зменшення питомої енергоємності її отримання.

Величина витрати енергії для приводу вальців вальцевого верстата залежить від таких чинників: Фактична пропускна здатність в парі вальців. Геометричні параметри вальців. Стан робочої поверхні вальців. Структурно-механічні властивості зерна. Ступінь подрібнення.

Від правильної побудови процесу подрібнення, яка полягає в раціональному застосуванні комплексу параметрів подрібнювальних і сепарувальних пристроїв, залежить якість і собівартість готової продукції, продуктивність подрібнювальних машин, питома витрата електроенергії, тощо.

Руйнування продукту буде відбуватися в клиновидному зазорі подрібнюючих вальців внаслідок різниці відносних швидкостей їх обертання. Подрібнення частинок починається трохи вище лінії, що сполучає центр вальців (рис 1). Зерно, що потрапляє у цю ділянку підлягає деформації стиснення внаслідок зменшення між поверхнями вальців, та зсуву в результаті різниці швидкостей, ступінь подрібнення залежить від співвідношення розміру частинок, відстані між вальцями, яка вимірюється по лінії, що з'єднує їх центри (міжвальцевий зазор).

Відстань між вальцями змінюється залежно від ступеня помелу (величина зазору). На першій системі, на яку надходить ціле зерно, вона максимальна, потім поступово зменшується. Поверхня вальців має рифлі, глибина яких від першої до наступних систем також зменшується, а також можливе різне взаємне розташування рифлів. Основними параметрами робочої поверхні вальців є форма поперечного перерізу рифлів, взаємне розташування граней рифлів, величина ухилу рифлів, число рифлів на одиницю довжини кола вальця.

Для інтенсифікації процесу подрібнення необхідно розрахувати та підібрати величину міжвальцевого зазору, число та кут ухилу рифлів.

Умовно визначають співвідношення зусиль тиску і зсуву в області подрібнення.

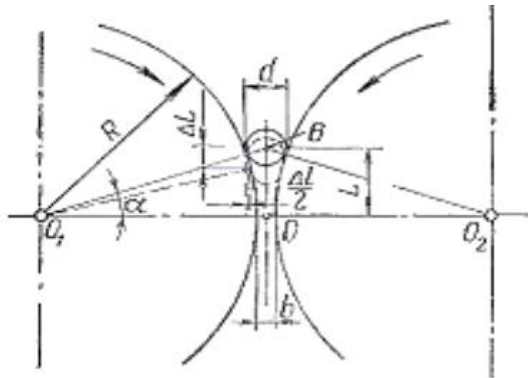


Рисунок 1. Схема ділянки подрібнення

продукту по поверхні вальців.

Діаметр вальця  $D$  разом з величиною міжвальцевого зазору  $b$  і початковим діаметром  $d$  впливають на подрібнення частинок і зумовлює умови їх руйнування. Тому ділянка подрібнення зерна буде мати вигляд зображений на рисунку 1.

Довжина шляху продукту буде залежати від початкового розміру продукту та параметрів подрібнюючих вальців:

Встановлено, що більш висока продуктивність досягається коли відсутнє ковзання

$$L = BO = \sqrt{\left(\frac{D}{2} + \frac{d}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} + \frac{b}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{D}{2}(d-b) + \frac{d^2 - b^2}{4}}$$

В результаті аналізу процесу подрібнення можна зробити наступні висновки:

- при збільшенні  $D$  ( $d$  і  $b$  - однакові) - довжина шляху обробки буде зростати;
- при постійному значенні  $b$  та збільшенні діаметру  $D$  вальців зростає загальне вилучення продуктів;
- використовуючи параметр  $b$  машина створює такі умови коли при різних  $D$  можна отримати приблизно однакову ступінь подрібнення зерна та якість продукту.

Кінематичні параметри істотно впливають на всі основні показники подрібнення. Величина нахилу ліній рифлів до твірної вальців вимірюється ухилом у %. Ухил рифлів подрібнюючих вальців є однаковим, оскільки вони обертаються з різними швидкостями рифлі перетинаються під подвійним кутом. Кількість рифлів та форма залежить від виду продукту і типу помелу. Кут захоплення частинки вальцями:

$$\cos \alpha' = \frac{D + b}{D + d}$$

Залежно від кінцевої мети подрібнення або його проміжного етапу, дотримуються необхідної величини зазору між вальцями, швидкості обертання повільного і швидкого вальця, величини ухилу рифлів на подрібнюючих вальцях, що сприяють подрібненню з максимальною технологічною ефективністю при мінімальних питомих затратах енергії.

Крок  $t$  і висоту  $h$  рифлів визначають за формулою:

$$t = \frac{10}{z}; \quad h = [(t - 0.1)/\pi] - 0.28r$$

де  $z=4 \dots 12$  - кількість рифлів на 10 мм довжини кола, шт;  $r$  - радіус вальця;

Середню швидкість подрібнення продуктів визначають за формулою:

$$v_{\text{пр}} = \frac{v_{\text{ш}} + v_{\text{п}}}{2} * \cos \alpha'$$

Продуктивність подрібнення залежить від виду культури яка подрібнюється, вологості зерна, величини зерен та інших показників.

Продуктивність вальцевого верстата визначають за формулою:

$$Q_{\text{в.в}} = 3,6 * \gamma l v_{\text{пр}} b_{\text{пр}}$$

де  $\gamma$  - об'ємна маса продукту до подрібнення, г/л ;  $l$  - довжина вальців, см;

$v_{\text{пр}}$  - середня (розрахункова) швидкість продукту на ділянці подрібнення, см/с;

$b$  - величина зазору між вальцями, см;

$\psi$  - коефіцієнт заповнення обсягу ділянки подрібнення.

УДК 504.502

Паробок Г. – ст. гр. ХО–41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ВІДХОДІВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ДОВКІЛЛЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Лясота О.М.

Parobok H.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE IMPACT OF FOOD INDUSTRY OF WASTE ON THE ENVIRONMENT**

Виробництво харчових продуктів супроводжується утворенням рідких, газоподібних та твердих відходів, що забруднюють гідросферу, атмосферу та ґрунти. Але основною проблемою екології харчових виробництв є проблема води. Усі підприємства потребують велику кількість води, що використовується безпосередньо в технології основного продукту (пивоварна, спиртова, цукрова), для миття обладнання та інших цілей. Більшість цієї води у вигляді забруднених стоків виводиться із процесу та надходить у навколишнє середовище. Середньорічна кількість стічних вод (СВ) на харчових підприємствах становить (м<sup>3</sup>): на 1 т хлібобулочних виробів – 2,9; на 1т буряка у виробництві цукру – 1,7; на 1000 дал пива – 76; на 1т пресованих хлібопекарських дріжджів – 170; на 1000 дал спирту – 1300. Значна частина цих СВ представлена сильно забрудненими водами, що характеризуються величиною ХСК (хімічне споживання кисню) від 2000 до 60000 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Основною їх особливістю є високий вміст розчинених органічних речовин. Скидання таких вод у міські каналізаційні мережі не дозволяється, а вивід і збирання їх на “полях фільтрації” призводить до утворення токсичних неприємно пахнучих речовин, що забруднюють атмосферне повітря на значній території. Найбільший негативний вплив на довкілля мають м'ясна, цукрова, спиртова та дріжджова галузі харчової промисловості.

Надходження забруднених СВ, що містять органічні речовини рослинного і тваринного походження, у природні водоймища призводить до погіршення умов життєдіяльності гідробіонтів внаслідок того, що на руйнування цих речовин витрачається кисень, який розчинений у воді і є одним з найважливіших умов життєдіяльності біоти водойм. Так, один літр СВ спиртзаводу, м'ясокомбінату або сирзаводу може “зіпсувати” декілька тисяч літрів річкової або ставкової води.

На даний час на вітчизняних харчових підприємствах майже немає ефективних очисних споруд, а економічний механізм забезпечення безпеки довкілля використовується неефективно і не стимулює підприємства до організації дільниць з очищення СВ.

Застосування механічних, хімічних та фізико-хімічних способів або не забезпечує необхідного ступеня очищення таких висококонцентрованих за забрудненням вод, або є досить дороговартісним. Найбільш прогресивним і раціональним для даних умов є біохімічний спосіб, який забезпечує розкладання переважної більшості складних органічних сполук до СО<sub>2</sub> і води без використання хімічних реагентів. Запропоновано ряд технологій очищення СВ спиртового, дріжджового, молокопереробного виробництв. Основним елементом цих технологій є анаеробно-аеробне руйнування забруднюючих речовин СВ з досягненням ефективності очищення за БСК 95-99 %. При цьому на анаеробній стадії відбувається метанове бродіння з утворенням біогазу, що містить до 80 % метану. Враховуючи, що з одного об'єму висококонцентрованих СВ у процесі метанового бродіння утворюється понад 20 об'ємів біогазу, останній можна використати як джерело палива на підприємстві. Це дозволить зекономити до 1/3 паливних ресурсів для підприємства, що є надзвичайно актуальним для українських підприємств в сучасних умовах.

УДК 637.13

Линва С. – ст. гр. ХОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОТРИМАННЯ ВЕРШКІВ З МОЛОКА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Зварич Н.М.

Lynva S.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON PRODUCTION OF CREAM FROM MILK**

Supervisor: N. Zvarych, Ph.D., Associate Professor

Ключові слова: молоко, вершки, технологічні фактори

Keywords: milk, cream, technological factors

Після білків, молочний жир є найціннішим компонентом молока. Молочний жир становить приблизно 30% сухої речовини молока. При виробництві вершків з молока на ефективність впливають різні фактори, а саме поживна цінність; фізичні властивості молока; механічна та теплова обробка; хімічні властивості; економічна доцільність, що залежить від ефективності процесів механічної сепарації. Різні технологічні процеси, використовувані у виробництві молока, суттєво впливають на сепарування незбираного молока.

Слід підтримувати режим охолодження під час перевезення незбираного молока. Важливо максимально виключити потрапляння зовнішнього повітря в молоко, що як правило, неможливо повністю виключити. Тому, незбиране молоко повинно мати достатньо часу для «дегазації» перед подальшою переробкою. Незбиране молоко не слід подавати прямо з автоцистерни в технологічний процес. Важливо, щоб при перекачуванні та транспортуванні молока забезпечувалися оптимальні гідродинамічні умови.

При прийнятій сучасній практиці збору молока і обумовленій цим необхідності зберігання молока охолодженим при температурі 3-5°C сепарованість молока знижується. При одночасному впливі механічних напруг, наприклад, при перемішуванні, в мембрані жирових кульок відбуваються часткові структурні зміни. Таким чином, в сепарованому молоці залишається більша кількість жирів, тобто підвищується їх залишковий вміст. Даний процес має частково оборотний характер. При підвищенні температури сепарації первісний стан мембран жирових кульок майже відновлюється.

Крім загального вмісту бактерій, сепарованість молока залежить від: показника рН, вмісту вільних жирів, вмісту вільних жирних кислот, гранулометричного складу жирових кульок. Вплив сторонніх включень, як правило, дуже малий. Однак при високому вмісті забруднень в молоці, відцентрове очищення, відразу після поставки, покращує сепарованість.

УДК 621.926

Безпалько Р. – ст. гр.ХОМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ЦУКРУ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Вітенько Т.М.

Bezpalko R.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **FUNDAMENTAL TREND DESIGN IMPROVEMENTS HAMMER GRINDERS FOR BREAKAGE SUGAR**

Supervisor: Prof. Dr.-Ing. Vitenko T.

Ключові слова: подрібнення, дробарка, цукрова пудра

Keywords: breakage, breaker, powdered sugar

У харчовій промисловості широко розповсюджені механічні процеси, засновані лише на механічній взаємодії тіл, зокрема подрібнення. На ці процеси витрачається значна кількість електроенергії. Витрата енергії на процес подрібнення стає істотно помітною в границях тонкого і надтонкого подрібнення (до таких належить більшість сипучих мас в харчовій промисловості), коли ступінь подрібнення доходить до 100 і вище. Зниження енергоємності при одночасній інтенсифікації процесу може бути досягнуто лише за умови раціонального співвідношення між технологічними параметрами процесу подрібнення і конструктивними параметрами подрібнювача.

Зупинимось на виробництві цукрової пудри. Отримання цукрової пудри необхідної якості, без якої не обходиться виробництво жодного виду кондитерських виробів є важливим завданням в кондитерській промисловості. Так, при виробництві всіх видів драже необхідно застосування цукрової пудри високої якості, так як використання цукрової пудри більш грубого подрібнення і неоднорідною за розмірами частинок призводить до випуску виробів з низькими смаковими якостями і горбистою поверхнею.

Цукрову пудру отримують шляхом подрібнення цукру. Для забезпечення цього процесу широко використовують молоткові дробарки, де руйнування частинок цукру починається з моменту їхнього дотику до робочого органу подрібнювача (молотком, стінкою або тим і іншим разом). Руйнування кристалів цукру відбувається дуже швидко, за доли секунди. При ударі, ефективність якого залежить від вибору раціональних режимів, виникають сили, які нарастають і зменшуються в короткий проміжок часу. Причому як в робочому органі, так і в подрібнюваному середовищі зароджуються хвилі напружень, які при певній інтенсивності сприяють утворенню тріщин. Для підвищення ефективності та коефіцієнта корисної дії для такого обладнання рекомендують застосовувати плаваючі ударні елементи. Відомо, що за такої конструкції отримують цукрову пудру хорошої якості, а енергоємність залишається низькою. Водночас недоліком цієї дробарки є низька надійність через вигин бічних пружин і незкоординованість напрямку руху удару подрібнюючих елементів, що викликає в свою чергу поперечний вигин направляючого стрижня і знижує надійність роботи машини. Подальші заходи з удосконалення конструкції спрямовані на координування напрямку руху удару подрібнюючого елемента про що засвідчує значна кількість результатів науково-дослідних робіт наведених у науково-технічній літературі.

УДК 681.5

Борушчак В. – ст. гр. КТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ БОРОШНА**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Чихіра І.В.

Borushchak V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED MONITORING SYSTEM OF QUALITY OF FLOUR**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Chyhira I.V.

Ключові слова: виробництво, система, контроль.

Keywords: manufacture, system, control.

Автоматизовані системи контролю якості борошна забезпечують надходження якісної сировини на підприємства для виготовлення кінцевої продукції. Борошно є сировиною для ряду галузей харчової промисловості: хлібопекарської, кондитерської і макаронної.

Важливу роль для контролю якості борошна відіграють бункери для його зберігання, оскільки при неправильному зберіганні борошно може втратити всі свої корисні властивості. Свіжозмелене зерно має невисокі хлібопекарські властивості. При зберіганні відбувається дозрівання борошна, що призводить до покращення його якості порівняно із свіжозмолотим.

На сьогоднішній день найбільш розповсюдженим є варіант, при якому, персональний комп'ютер використовують як операторську станцію. Оператор спостерігає за технологічним процесом за допомогою кольорових мнемосхем, може здійснювати оперативне управління процесом: змінювати завдання регуляторам окремих технологічних параметрів, переходити на ручний режим управління і безпосередньо керувати регульовальними органами і т.д. Крім того, на автоматизованому робочому місці і ведеться архівування даних, фіксування моментів виникнення аварійних та передаварійних ситуацій, ідентифікація дій оператора, підготовка та друкування рапортів.

Вирішенням даної задачі є використання млина Р6-АВМ-15 на базі програмованого логічного контролера ОВЕН 110-60М та ряду вимірювальних давачів, які контролюють параметри процесу та передають дані на контролер, який в свою чергу змінює їх згідно запрограмованої програми. У зв'язку з цим необхідно знати технічні можливості млина, на якому буде проведений помел (наявність зерноочисного відділення та ступінь його оснащення).

Ключовими перевагами використання розробленої системи контролю якості борошна є: гнучке керування та жорсткий контроль за технологічним процесом, економія енергоносіїв, збільшення ресурсу роботи млина та підвищення якості продукції, також можливість спостерігати за процесом та керувати ним за допомогою персонального комп'ютера.



УДК 664.1.032

Булах Є. – ст. гр. ІМтаІТ-5-1, Люлька О. – асп. каф. ТОКТП

*Національний університет харчових технологій*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ НОЖОВОЇ РАМИ ДЛЯ ВІДЦЕНТРОВИХ БУРЯКОРІЗОК**

Науковий керівник: к.т.н. Люлька Д. М.

Bulakh Y., Liulka O.

*National University of Food Technologies*

## **IMPROVEMENT OF KNIFE FRAME FOR CENTRIFUGAL SHAVINGS SLICER**

Supervisor: PhD. Lulka D.M.

Ключові слова: Ножова рама, Стружка.

Keywords: Knife frame, Cossettes.

Для подрібнення буряків в стружку на цукрових заводах України використовують відцентрові бурякорізки. Сторонні домішки, що потрапляють на ножі під час різання негативно впливають на якість отримуваної стружки. Система продувки ножових рам не задовольняє вимоги, що висувуються до очищення ріжучих інструментів (ножі забиваються домішками).

При удосконаленні ножової рами використовувалися такі методи наукових досліджень: порівняння, аналіз і синтез. В ході удосконалення порівнювали та аналізували всі відомі конструкції ножових рам відцентрових бурякорізок та систем очищення ножів від сторонніх домішок (однорядна ножова рама з прижимною планкою, однорядна ножова рама без прижимної планки, двохрядна ножова рама, система пневмоочищення бурякорізальних ножів, система механічного очищення бурякорізальних ножів).

В результаті проведення досліджень було запропоновано удосконалену конструкцію двохрядної ножової рами (рис. 1) з додатковим пневмоочищенням ножів від сторонніх домішок. В удосконаленій конструкції очищення ножів реалізується шляхом подачі повітря під тиском через отвори 4 в ножовій рамі (корпусі 1 та прижимних планках 2) бурякорізки. Струмін повітря виходячи з пазів 3 між ножем 5 та прижимною стійкою рухається протилежно напрямку руху цукрових буряків під час різання та очищує ріжучу кромку ножів від сторонніх домішок.

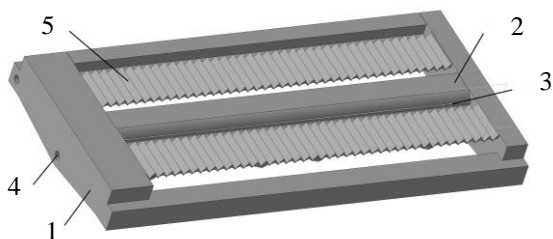


Рис. 1. Загальний вигляд удосконаленої ножової рами

Удосконалення бурякорізки забезпечить видалення сторонніх домішок повітрям, що подається з протилежної сторони ножа. Це дозволить збільшити тривалість роботи ножів, підвищити якість бурякової стружки та підвищити продуктивність бурякорізальних машин цукрового виробництва.

УДК 614.8

Великошич Р. – ст. гр. ХО-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ТРАВМАТИЗМУ В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ**

Науковий керівник: Кравець О.І.

Velykoshych R.V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE MAIN CAUSES OF TRAUMATISM IN THE FOOD INDUSTRY**

Supervisor: Kravets O.I.

Ключові слова: травматизм, нещасні випадки.

Key words: traumatism, accidents.

Харчова промисловість України характеризується широкою різноманітністю умов виробництва і праці у зв'язку з чим характер травм і професійних захворювань на різних підприємствах неоднаковий. За період з 2004 по 2014 травми отримали понад 10 тис. працівників галузі, з яких близько 600 – із летальними наслідками.

До найбільш травмонебезпечних виробництв харчової галузі відносяться хлібопекарські та цукрові заводи, на яких стається більше 50% травм із смертельними наслідками.

За даними Державного комітету статистики на підприємствах харчової промисловості біля 14% нещасних випадків обумовлено технічними причинами, до 35% організаційно-технічними і більше 50% – організаційними.

В свою чергу до основних організаційних причин нещасних випадків відносяться: незадовільна організація, відсутність нагляду за проведенням робіт, незадовільне утримання і недоліки в організації робочих місць, допуск до роботи ненавчених або не проінструктованих працівників, невикористання засобів індивідуального захисту у зв'язку з їх відсутності або невідповідності умов праці, порушення трудової та виробничої дисципліни, експлуатація несправного технологічного обладнання, порушення правил руху внутрішньо цехового або внутрішньо заводського транспорту, недостатня оперативність надходження даних, відсутність комплексної системи обліку, аналізу та прогнозування випадків травматизму.

Наведені дані свідчать, що значна частина нещасних випадків є наслідком недбалого ставлення до вимог охорони праці як самих працівників, так і керівників різних рівнів.

В цьому контексті представляють інтерес дані українських дослідників, відповідно до яких, серед осіб які допустили порушення законодавства про охорону праці на підприємствах харчової галузі, що привело до нещасного випадку, 52% складають керівники.

За таких обставин досягти належного рівня безпеки праці можливо лише при умові, що кожен учасник трудового процесу усвідомить важливість виконання вимог охорони праці.

УДК 66.061.3

Городиський Н. –ст. гр. ХОМ-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИЛУЧЕННЯ БАР ПРИ ВИРОБНИЦТВІ РОЗЧИННОЇ КАВИ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Вітенько Т.М.

Norodyskyu N.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technocal University*

## **THE ANALYSIS OF INTENSIFICATION METHODS OF BAS EXTRACTION IN THE PROCESS OF COFFEE MANUFACTURING**

Supervisor: Prof. Dr.-Ing. Vitenko T.

Ключові слова: екстрагування, імпульс, коливання, масообмін

Keywords: extraction, impulse, oscillations, mass-transfer

У виробництві розчинної кави найчастіше використовують класичний спосіб отримання екстракту – мацерацію тобто настоювання. Цей спосіб має низьку ефективність оскільки екстрагування цільових компонентів відбувається впродовж 20 діб. На повноту і швидкість процесу впливають різні чинники.

Використанням НВЧ-нагрівання інтенсифікують процес теплової обробки сировини і екстрагування стійких розчинних речовин водним середовищем. Широкого застосування набули вакуумно-імпульсні технології переробки сировини, які забезпечують виробництво концентрованих екстрактів за короткий термін з найменшими втратами сировини та енергії. Механічні коливання рідини сприяють безперервному обтіканню твердих частинок рідиною зі змінним вектором швидкості. Доведено, що накладення поля коливань прискорює зовнішній масообмін.

Низькочастотні коливання рідини створюються за допомогою коливання корпусу апарату або його окремих частин, застосуванням занурених віброелементів, пульсаційним подаванням рідини або періодичною зміною її швидкості в трубі із змінним перерізом. Поряд із вібраційними апаратами в процесах екстрагування широко використовуються пульсаційні апарати, що мають безперечні переваги. Пульсаційне подавання рідини в шар твердих частинок підвищує швидкість масообміну через виникнення руху рідини у тих ділянках, де у відсутність пульсацій рідина не рухається або рухається повільно.

Великий внесок в інтенсифікацію масообмінного процесу, окрім механічних коливань рідини, вносять пульсації тиску, особливо в початковий період екстрагування. Традиційно вважається, що наявність повітря в капілярно-пористих тілах негативно позначається на швидкості їхнього просочення екстрагентом. Для видалення повітря сировину заздалегідь замочують, вакуумують або замінюють повітря в капілярах на газ з вищою розчинністю в екстрагенті. Проте за певних амплітуд зовнішнього тиску у великих (транспортних) капілярах через стискування затисненого в них повітря може виникнути коливальний рух рідини, тому в проміжок часу від змішування сировини з екстрактом до завершення просочення здійснюється конвективне масоперенесення через великі капіляри.

УДК 66.081.6: 637.142.2

Захаров В. – ст. гр. 5-2, Пашенко Б. – ст. гр. 5-1, Бусигін О. – ст. гр. 3-2,  
Тростянський Є. – ст. гр. 3-2

*Національний університет харчових технологій*

## **КОНЦЕНТРУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН ЕЛЕКТРОДІАЛІЗОМ**

Наукові керівники: д.т.н., професор Мирончук В.Г., к.т.н. Змієвський Ю.Г.

Zaharov V., Pashenko B., Bysugin A., Trostjanskiy E.

*National university of food technology*

## **CONCENTRATION OF MINERAL SALTS BY ELECTRODIALYSIS**

Supervisors: Myronchuk V. G., Zmievskii Yu. G.

Ключові слова: електродіаліз, мембрани, концентрування

Keywords: electro dialysis, membrane, concentration

Електродіаліз – це процес мембранного розділення, при якому іони рухаються крізь іоноселективну мембрану під дією зовнішнього електричного поля. Між двома електродами послідовно розташовані катіоно- та аніонообмінні мембрани, які утворюють два різних за функціональним призначенням типи камер, а саме дилуатні (знесолення) та камери концентрування. Зазначений процес застосовується в основному для знесолення рідких середовищ, проте останнім часом активізувались роботи в напрямку використання електродіалізу для отримання висококонцентрованих розчинів мінеральних речовин. Для цього необхідно провести зміни в конструкції електродіалізатора, що дозволить досягнути високих концентрацій в камерах концентрування.

Метою даної роботи було дослідження процесу концентрування мінеральних речовин електродіалізом.

Для цього була виготовлена лабораторна установка, яка складалась з трьох ємностей для розчинів, трьох насосів, мембранної комірки (електродіалізатора), випрямляча струму та проточного кондуктометра для вимірювання зміни електропровідності розчинів. Електродіалізатор складався з семи камер (дві електродні, дві буферні, дві дилуатні та одна камера концентрування), одна з яких була не проточною. Саме в цій камері відбувалось концентрування мінеральних речовин. Ефективна площа мембран МА-40 та МК-40 становила  $12,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ . При проведенні експериментів використовували модельні розчини хлориду натрію (NaCl) концентрацією в межах  $1 - 10 \text{ г/дм}^3$ . Концентрацію підтримували на одному рівні протягом всього експерименту.

На основі експериментальних досліджень вдалось отримати висококонцентровані розчини, концентрація яких перевищувала  $100 \text{ г/дм}^3$ . Це дозволяє удосконалити ряд технологій, особливо пов'язаних з розділенням неорганічних сполук від органічних. Однак, для досягнення високих показників щодо енергоспоживання та тривалості експлуатації мембран при розділенні реальних розчинів, слід не допускати утворення важкорозчинного осаду на поверхні мембран. Для цього слід регулювати вміст солей жорсткості у вихідній воді.

УДК 621.789

Зубрєв А. - ст. гр. М-20

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБУ ОЧИЩЕННЯ РИБИ ВІД ЛУСКИ ЗА ДОПОМОГОЮ УЛЬТРАЗВУКУ**

Наукові керівники: к.т.н., професор Постнов Г.М.,  
к.т.н., ст. викладач Червоний В.М.

Zubrev A.

*Kharkov State University of Food Technology and Trade*

## **EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE METHOD OF CLEANING FISH SCALES BY ULTRASOUND**

Supervisors: Cand. Tech. Sc., Professor Postnov G.,  
Cand. Tech. Sc., Assistant Professor Chervonyi V.

Ключові слова: луска, очищення, ультразвук.

Keywords: scales, cleaning, ultrasound.

Встановлено, що технічний потенціал ставкової риби використовується нерационально. Це стосується таких анатомічних частин, як шкіра та луска, які на сьогодні практично не використовуються. На цей час відсутні апарати, які дозволяють в повній мірі видалити луску, не порушуючи цілісності шкіри, а ручне видалення луски залишається трудомісткою операцією.

Метою дослідження було визначення впливу ультразвукової обробки в процесі зняття луски з тушок ставкової риби.

Для дослідження процесу відриву луски з лускової сумки риби було розроблено та створено експериментальну установку. Принцип дії установки базується на роботі тензодатчиків опору.

На початковому етапі було визначено залежність сили зв'язку луска-шкіра від маси тушок коропа в нативному стані (рис. 1). Експериментальні дослідження свідчать про збільшення значення відповідної сили зв'язку при збільшенні маси тушки риби.

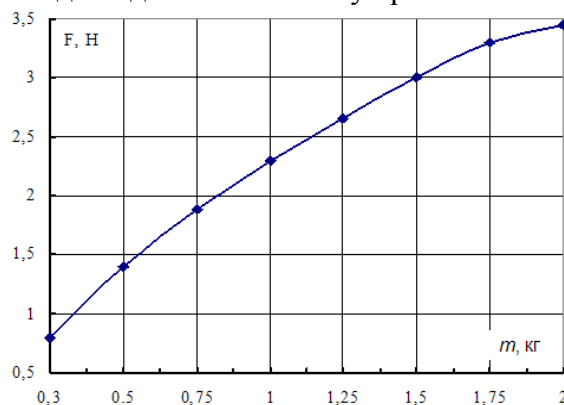


Рисунок 1 – Залежність сили зв'язку ( $F$ ) луска-шкіра від маси тушок коропа ( $m$ ) в нативному стані

Було зроблено припущення (рис. 2), що тривалість зберігання тушок риби може вплинути на силу зв'язку луска-шкіра риби, проте експериментальні дослідження

свідчать про зменшення значень лише на 10...12% впродовж 48 год для груп короїв від 0,5 до 1,8 кг.

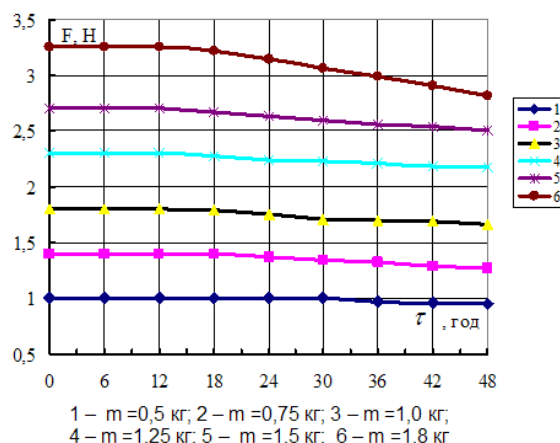


Рисунок 2 – Залежність зміни сили зв'язку ( $F$ ) луска-шкіра для коропа при зберіганні ( $t=6^{\circ}\text{C}$ )

Таким чином, було вирішено досліджувати залежність зміни зусилля відриву луски для тушок масою 0,5, 1,0 та 1,5 кг.

Похилі ланки кривих 1-3 (рис. 3) в межах 10...20 хв свідчить, що активно відбуваються процеси механічної денатурації білків з'єднувальної тканини, а значення зусилля відриву луски після 20 хв приймає найменше значення.

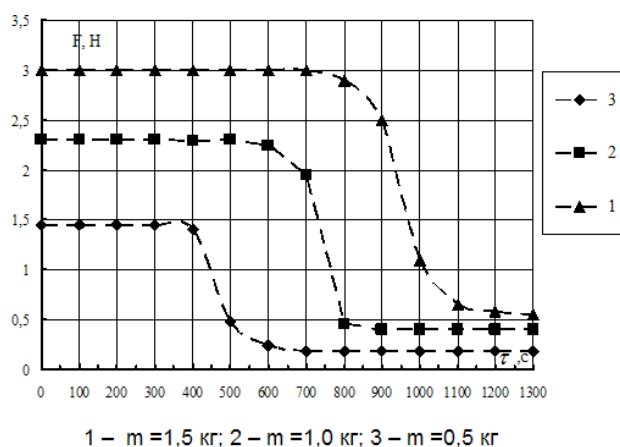


Рисунок 3 - Залежність сили зв'язку луска-шкіра від тривалості ультразвукової обробки коропа (частота ультразвукових хвиль 22 кГц)

Таким чином, запропоновано наступний спосіб очищення риби за допомогою ультразвуку. Тушки риби занурюють у ємність з водою та ультразвуковими випромінювачами, за допомогою яких відбувається обробка тушок риби ультразвуковими хвилями з інтенсивністю випромінювання  $3...5 \text{ Вт/см}^2$  та частотою 22 кГц. Тушку риби витримують на протязі 10...20 хвилин.

За результатами досліджень було отримано патент України на винахід та патент України на корисну модель «Спосіб очищення риби від луски».

УДК 66.081.6: 637.142.2

Корнієнко Л. – аспірант

*Національний університет харчових технологій*

## **РОЗДІЛЕННЯ ПІСЛЯСПИРТОВОЇ БАРДИ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЄЮ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Мирончук В.Г.

Kornienko L.

*National university of food technology*

## **SEPARATION OF DISTILLERY STILLAGE BY ULTRAFILTRATION**

Supervisor: Myronchuk V. G.

Ключові слова: ультрафільтрація, мембрани, розділення

Keywords: ultrafiltration, membrane, separation

У процесі виробництва спирту із зернової сировини утворюється значна кількість відходів виробництва – післяспиртової барди, яка при потраплянні в стоки призводить до забруднення навколишнього середовища. Під час переробки на спирт крохмалевмісткої сировини, в барду переходять всі сухі речовини зерна, за виключенням частини крохмалю та цукрів, які перетворилися на спирт, вуглекислоту та леткі продукти, що робить доцільним її переробку.

Останнім часом все більшого розповсюдження набувають мембранні технології, і зокрема ультрафільтрація. За допомогою мембранних методів розділення можна очищувати та концентрувати розчини цукрового та спиртового виробництва, фруктові та овочеві соки, молоко та молочні продукти тощо.

Метою роботи було дослідження процесу ультрафільтрації післяспиртової зернової барди.

Дослідження проводились на лабораторних установках, як тупікового типу, з ефективною площею мембрани  $3,41 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ , так і проточній - з ефективною площею мембрани  $1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ . Використовувались ультрафільтраційні мембрани марок УПМ-10 та УПМ-50 (Владіпор, Росія). Попередню обробку свіжої післяспиртової барди проводили на центрифугі марки LU-418 (Венгрія), протягом 20 хв. при 16000 об/хв. Після центрифугування отриману суміш пропускали крізь фільтрувальний папір.

В процесі ультрафільтраційної обробки отримували два розчини – концентрат, який є продуктом, збагаченим на високомолекулярні сполуки і речовини в колоїдному стані, та фільтрат, у водному середовищі якого містяться відносно низькомолекулярні компоненти.

Було встановлено залежність зміни питомої продуктивності від рушійної сили, тобто тиску. Із збільшенням різниці тисків по обидві сторони мембрани продуктивність поступово зростала. Найкращий об'ємний потік крізь мембрану спостерігався за градієнта тисків в межах  $0,3 \div 0,4$  МПа. На проточній установці були отримані кращі результати, що можна пояснити зменшенням величини концентраційної поляризації.

Також було встановлено, що збільшення температури покращує процес розділення післяспиртової барди. Запропоновано розділяти її при температурі 60-70 °С. На основі отриманих результатів запропоновано нову машино-апаратну схему переробки післяспиртової барди з використанням ультрафільтрації.

УДК 691.342:66.022.4

Костюк І.–ст. гр. БПП-13

*Київський національний університет технологій та дизайну*

## **ВАКУУМНА ІНФУЗІЯ ПІД ПЛІВКОЮ**

Науковий керівник: доцент, Довгопол Г.О

Kostiuk I. – gr. BPP-13

*Kyiv National University Technologies And Design*

## **VACUUM INFUSION UNDER FOIL**

Supervisor: associate professor Dovgopol H.

Ключові слова: вакуумна інфузія, композитні матеріали.

Keywords: vacuum infusion, composite materials.

The vacuum infusion process is a technology of manufacturing a composite material that uses the power of the vacuum pressure to push the resin into the laminate. This technology is used for manufacturing parts made from fiberglass and carbon fiber. The detail sizes can be small, with a surface area less than 1 м<sup>2</sup>, in large parts, such as yacht hulls. Technology is recommended for use in the manufacture of single parts or small runs. Briefly, the method consists in the following: the future composite materials are laid out in dry condition into equipment, then vacuum is applied to input the resin. Once full vacuum is achieved, the resin is sucked into the laminate by using special tubes. The process uses a set of auxiliary materials and tools.

Suggested vacuum infusion method, through the use of vacuum, does not allow excess resin to get into the laminate. This method significantly improves the ratio of the fiber - resin in the laminate, resulting in a more rigid and lightweight product. Vacuum infusion method requires experience in the field of composite materials, making the process of creating a laminate even more perfect.

An important aspect when using epoxy or polyester resins is their harm on the human body. From the first production of parts made of resins and reinforcing materials hazard is known. Vacuum injection has turned conception about resins operations. Such technique needs large costs for ventilation and additional protection from compound contact with the skin because the formation is held covered from the environment. The only stage when a person faces resin vapor and hardener is a stage of mixing.

УДК 621.326

Никитюк Т. - ст. гр. ІМтаПТ-5-1

*Національний університет харчових технологій*

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЛОННОГО ДИФУЗІЙНОГО АПАРАТА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Люлька Д. М.

Nykytiuk T.

*National University of Food Technologies*



## MODERNIZATION OF DIFFUSION TOWER

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Lulka D.

Ключові слова: колонний дифузійний апарат, гріюча пара  
Keywords: diffusion tower, the heating steam

На вітчизняних цукрових заводах найбільш часто експлуатується колонний дифузійний апарат, в якому транспортерно-змішувачим органом є трубовал з насадженими на нього лопатями призматичної форми. Та недоліками такого дифузійного апарату є: робота апарату не в оптимальному температурному режимі, високі втрати цукрози з жомом та в цілому низька продуктивність апарату.

Для підвищення температури сокостружкової суміші, що подається в колонний дифузійний апарат, до оптимальної на необхідні 3...7 °С пропонується подавати гріючу пару в нижню частину трубовалу, що дозволить оперативно підігріти сокостружкову суміш безпосередньо в дифузійному апараті до оптимальної температури без розварювання стружки і зниження продуктивності екстрактора. Особливо це актуально в холодну пору року, коли сокостружкова суміш із ошпарювача подається в нижню частину дифузійного апарата з низькою температурою. Встановлення всередині трубовалу на 1/3 його висоти перегородки з патрубком відведення несконденсованих газів та регулювальною арматурою, виконання знизу трубовалу патрубків подачі гріючої пари та відведення конденсату дозволить використати внутрішній об'єм трубовалу в якості теплообмінника та підвищити температуру в апараті до оптимальної. Регулюючи ступінь відкриття засувки несконденсованих газів оптимізується активний внутрішній об'єм трубовала, який приймає участь у теплопередачі і підтримується оптимальний температурний режим. При подачі холодної сокостружкової суміші, ступінь відкриття засувки є максимальною, що дає можливість оперативно нагрівати сокостружкову суміш в нижній частині апарату. І навпаки, коли із ошпарювача подається суміш при температурі, близькій до оптимальної, то засувку відведення несконденсованих газів необхідно закрити, що призводить до заповнення активного об'єму трубовалу несконденсованими газами та відповідно зменшується подача пари і нагрівання сокостружкової суміші в апараті. В цьому випадку трубовал працює як термостат, внутрішній його об'єм заповнюється несконденсованим газом і процес теплопередачі не проходить.

Встановлення перегородки на меншій висоті не дасть потрібного результату, так як сокостружкова суміш не зможе нагрітися до оптимальної температури, як наслідок — зниження продуктивності апарата та збільшення втрат цукрози з жомом.

Що стосується встановлення перегородки вище, ніж на 1/3 висоти трубовалу, то це приведе до перегрівання стружки та її розварювання. При цьому стружка втрачає свою пружність та можливе її злипання, збільшуються втрати тепла з жомом, так як температура стружки при виході з апарату підвищена. Тому рішення про встановлення перегородки всередині трубовалу на 1/3 його висоти є оптимальним.

Оперативне регулювання зміни температури сокостружкової суміші, що потрапляє в колонний дифузійний апарат, дозволить проводити процес екстрагування в оптимальному температурному режимі, в результаті чого буде досягнуто зменшення втрат цукрози з жомом, а отже і підвищення продуктивності колонного дифузійного апарата в цілому.

УДК 664.29.002.51

Лихобаба О. – ст. гр. Мм-30

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

## **РОЗРОБКА АПАРАТУРНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ПЕКТИНОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ**

Наукові керівники – д.т.н., професор Мазняк З.О.,  
к.т.н., с.н.с Гузенко В.В.

Lihobaba A.

*Kharkov State University of Food Technology and Trade*

## **ELABORATION INSTRUMENTATION FOR THE PRODUCTION PECTIC CONCENTRATES**

Supervisors: Cand. Sci. (Tech.), docent Maznyak Z.A.  
Cand. Sci. (Tech.) Guzenko V.V.

Ключові слова: пектин, концентрат, обладнання  
Keywords: pectic, concentration, equipment

Основною проблемою, що не дозволяє побудувати підприємство з виробництва пектинових концентратів в Україні є низький рівень розвитку техніки та технології, які не відповідають сучасним вимогам промисловості.

На сьогодні основними етапами процесу одержання пектинових концентратів, що потребують удосконалення, є процеси вилучення пектинових речовин з сировини та концентрування і очищення одержаних пектинових екстрактів, що може бути вирішене залученням безпечних екстрагентів (органічних кислот) та баромембранних методів обробки пектинових екстрактів відповідно.

Удосконалення процесів одержання пектинових концентратів шляхом комплексного використання кислотного екстрагування пектинових речовин та мембранних методів концентрування і очищення пектинових екстрактів є задачею актуальною і своєчасною, вирішення якої дозволяє не тільки створити енергозберігаючий процес виробництва пектинових концентратів, але й розробити економічно високоефективне обладнання для його реалізації.

Обладнання є найбільш важливим для здійснення того або іншого процесу в загальній технології виробництва пектину. Найкращим вирішенням цього питання є створення нового обладнання, або модернізація старого, якщо це є можливим. Проблему такого рівня потрібно вирішувати беручи до уваги обсяги виробництва. Адже якщо досліди велися в лабораторних умовах, це не дає можливість вважати, що дане обладнання здатне витримати саме це навантаження у більш широкому обсязі. У такому випадку можна встановити технологічну лінію з комбінуванням нового, існуючого та модернізованого (з інших виробництв) обладнання.

На сьогодні існує широкий спектр обладнання, яке застосовується в різних стадіях виробництва пектинових концентратів. Поряд з цим ефективність та екологічність технологій одержання різноманітних видів пектинопродуктів значно залежить від технічного стану і вдосконалення та інженерного вирішення конкретного технологічного завдання, що потребує розглянуте обладнання.

В рамках означеної проблеми в лабораторії «Нанотехнології харчових

продуктів» Харківського державного університету харчування та торгівлі нами було проведено експериментальні дослідження процесів екстрагування пектинових речовин, мембранної обробки пектинових екстрактів з визначенням раціональних параметрів одержання пектинових концентратів на технологічних стадіях його виробництва.

За результатами досліджень нами було розроблено конструкцію промислового пристрою для екстрагування пектинвмісної рослинної сировини (рис. 1), продуктивність якого за виходом екстракту складає 450...480 дм<sup>3</sup>/год. Основною відмінною пристрою є удосконалена конструкція перемішуючого елемента, що дозволяє в процесі перемішування пектинвмісної сировини створити додаткову турбулізацію потоку рідини за рахунок зміни структури поля швидкості та збільшити енергію на перемішування.

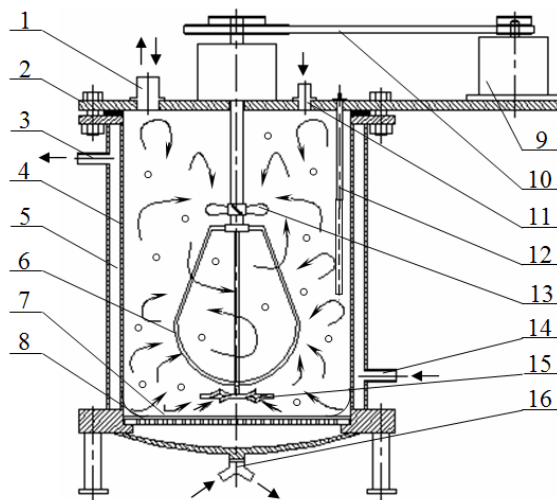


Рисунок 1 – Пристрій для екстрагування рослинної сировини ПЕРС-1: 1 – вхідний патрубок; 2 – кришка; 3 – патрубок виведення теплоносія; 4 – робоча ємність; 5 – кожух обігріву; 6 – перемішуючий елемент; 7 – фільтрувальний елемент; 8 – перфороване днище; 9 – електродвигун; 10 – пасова передача; 11 – патрубок тиску; 12 – датчик контролю значень рН; 13 – пропелер; 14 – патрубок введення теплоносія; 15 – диск; 16 – комбінований патрубок

Установка забезпечує процес екстрагування необхідних речовин високої продуктивності за рахунок турбулентного перемішування протитоком технологічного середовища та залучення до процесу всієї маси сировини, а також ефективне вивантаження відпрацьованої рослинної сировини з апарата.

За результатами комплексних досліджень було розроблено принципову схему технологічної лінії виробництва сухих пектинових концентратів (пектину) з використанням розробленого пристрою для екстракції рослинної сировини.

Таким чином, одержання високоякісних пектинових концентратів з низькою собівартістю, потребує створення не тільки сучасних технологічних процесів і рецептури, але й сучасного апаратного оснащення процесу виробництва які б відповідали всім технологічним вимогам, щодо економічності, зручності в обслуговуванні, надійності та екологічності. Розроблене екстракційне обладнання з метою апаратного оснащення процесу виробництва пектинового концентрату дозволяє зменшити витрати виробництва та одержувати сухі пектинові концентрати з високими якісними показниками.

УДК681.5

Матвіїв І. – ст. гр. КТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ ФІЛЬТРІВ П9-УФЛ НА БАЗІ ПРОГРАМОВАНОГО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРА**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Бадищук В.І.

Matviiv I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH OF RESOURCE FILTER PERFORMANCE P9-UFL BASED ON PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLERS**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Badyschuk V. I.

Ключові слова: система, контроль.

Keywords: system, control.

У легкій промисловості фільтрування застосовують у багатьох виробництвах: під час рекуперації дубильних і фарбувальних розчинів для багаторазового використання; під час фільтрування рідини після зоління, квашення і т.д. перед їх подальшим очищенням. Фільтрування базується на затримуванні твердих зважених частинок пористими перегородками, здатними пропускати рідину і затримувати частинки твердої фази. У процесі фільтрування актуальною задачею є зменшення гідравлічного опору перегородки шляхом періодичного чи безперервного видалення осаду, іноді з подальшим промиванням її поверхні розчинниками.

Метою роботи було розробити автоматизовану систему управління роботою листового фільтра.

Фільтрування визначається швидкістю, що пропорційна рушійній силі і обернено пропорційна опору. Базуючись на цих величинах і формується продуктивність фільтра.

У роботі розглядався листовий фільтр П9-УФЛ, який керувався системою, реалізованою на базі програмованого логічного контролера TSX 37 фірми Schneider Electric. Дане рішення забезпечило наступні переваги:

- автоматичне керування чергою регенерації фільтрів в батареї;
- виконання циклу регенерації фільтра (повної чи не повної – в залежності від технологічних налаштувань).

Особливістю даної системи є наявність двох рівнів керування, а саме: ручне (за допомогою модуля керування на щиті, оператор може керувати будь-яким фільтром напряму, а також включати чи виключати автоматичний режим), автоматичне (контролер керує батареєю фільтрів як одним цілим через параметри, які були задані оператором).

Впровадження і використання даної системи забезпечило збільшення продуктивності фільтра в цілому за рахунок активного контролю забруднення фільтруючих елементів, своєчасної їх очистки, що збільшило продуктивність на 11,4%. Окрім того розроблена система дозволяє збирати та зберігати статистичну інформацію роботи фільтра при різних видах та густині фільтрувальної сировини.

УДК

Мельник А. – ст. гр. ХО-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ДВООКИСУ ВУГЛЕЦЮ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Науковий керівник: к.т.н., професор Шинкарик М. М.

Melnyk A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **APPLICATION CARBON DIOXIDE IN THE FOOD INDUSTRY**

Supervisor: ph.d., professor Shynkaryk M. M.

Ключові слова: Сухий лід, Карбонізація напоїв

Keywords: Dry ice, drinks carbonization

Шипучі (або газовані) напої дуже популярні і в Україні, і в усьому світі. Так, лише минулого року на нашій планеті було спожито понад один трильйон порцій (одна порція – 240 мл) безалкогольних газованих напоїв. Отже, людям подобаються напої з бульбашками.

Традиція споживання шипучих напоїв сягає корінням глибокої давнини. Природно газовані мінеральні води були популярними у давніх греків і давніх римлян, які вважали їх надзвичайно корисними для здоров'я в цілому і зокрема для системи травлення. Хоча про цілющі властивості «шипучої води» люди знали впродовж тисячоліть, лише в другій половині XVIII ст. вони навчилися виробляти її власними силами. Тоді ж було ідентифіковано речовину, яка робить воду шипучою, – вуглекислий газ (діоксид вуглецю). Це відкриття приписують британському вченому Джозефу Прістлі, який винайшов метод розчинення вуглекислого газу у воді під тиском, що дозволило отримати ефект тривких бульбашок. У рідкому і твердому стані CO<sub>2</sub> застосовується, в основному, як холодоагент для підтримання низьких температур. Сухий лід – компактний і зручний у використанні матеріал, який дозволяє створювати різні температурні режими. Маючи таку саму масу, що й звичайний лід, він перевершує його за холодоємністю більше ніж удвічі, займаючи при цьому вдвічі менший об'єм. Сухий лід використовується для зберігання харчових продуктів. Завдяки своїй інертності CO<sub>2</sub> застосовується як антиоксидант при довготривалому зберіганні багатьох харчових продуктів: сиру, м'яса, сухого молока, горіхів, розчинних чаю, кави, какао тощо.

Основне застосування газоподібного CO<sub>2</sub> – карбонізація води та безалкогольних напоїв. У спеціальному карбонаторі двоокис вуглецю змішується під тиском з водою певної температури. Після цього відбувається додавання сиропу та інших компонентів. Карбонізація пива і вин зазвичай відбувається в результаті хімічних реакцій, що перебігають у них. Насичення негазованих напоїв невеликими дозами CO<sub>2</sub> з метою посилення смакових відчуттів – частина асептичної обробки. Стерильний газ вводиться в пастеризований напій до розливу в асептичні пакети або іншу упаковку, і все це виконується в асептичних умовах.

Доведеною корисною властивістю карбонізації напоїв є її антибактеріальна дія. Зупиняючи ріст бактерій у напої, вуглекислий газ дає можливість не застосовувати у виробництві напоїв консерванти, що можуть бути шкідливими для здоров'я.

УДК 614.8

Наворинський Д. – ст. гр. ХО-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ДИНАМІКА ТРАВМАТИЗМУ В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ

Науковий керівник: Кравець О.І.

Navorunskij D.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## DYNAMICS OF TRAUMATISM IN THE FOOD INDUSTRY

Supervisor: Kravets O.I.

Ключові слова: травматизм, нещасні випадки.

Key words: traumatism, accidents.

В продовж останніх десятиліть спостерігається поступове зниження кількості нещасних випадків як в промисловості України загалом так і в харчовій галузі зокрема (рис. 1). Проте одночасно із даним зниженням кількості нещасних випадків спостерігається поступове зростання тяжкості травматизму (рис. 2) – збільшується кількість людино-днів непрацездатності з розрахунку на 1000 працівників.

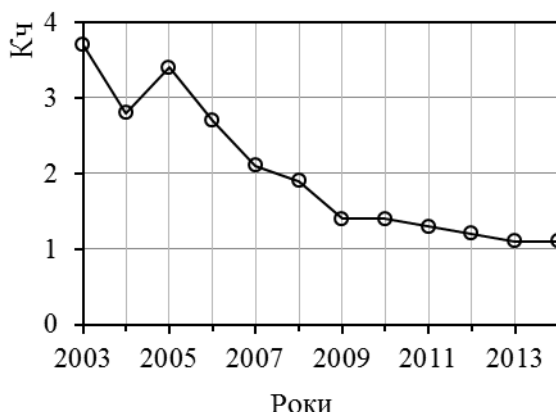


Рис. 1. Динаміка коефіцієнта частоти травматизму в харчовій галузі, 2003-2014 р.р.

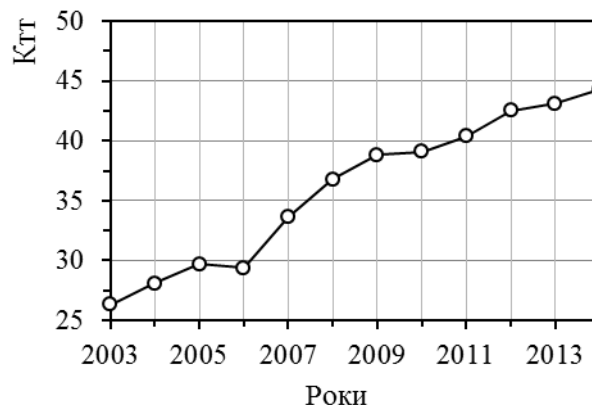


Рис. 2. Динаміка коефіцієнта тяжкості травматизму в харчовій галузі, 2003-2014 р.р.

Також прослідковується тенденція щорічного збільшення кількості летальних нещасних випадків: відносний коефіцієнт смертності  $K_{вс}$  в харчовій промисловості за останнє десятиріччя зріс майже вдвічі – від 1,6 у 2004р. до 3,0 у 2013р. Тобто нещасні випадки стають все більш небезпечними.

За даними Державного комітету статистики харчова галузь продовжує входити в п'ятірку найбільш травмонезбезпечних галузей України.

Одним із основних напрямків покращення стану охорони праці є заміна застарілого обладнання, застосування сучасних та безпечних для працівників технологічних процесів.

УДК 664.653.1

Деркач А. - аспірант 1-го року навчання

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНКА ВАЛКОВОГО НАГНІТАННЯ ТІСТА**

Науковий керівник д.т.н., професор Стадник І.Я.

Derkach A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ESTIMATION OF GROSS INJECTION BATTER**

Supervisor: prof. Stadnuk I.

Ключові слова: нагнітання, тісто, валки.

Keywords: festering, dough, rollers.

Для розробки та удосконалення обладнання з валковими робочими органами і його реалізації, необхідна науково - обґрунтована методика розрахунку робочих параметрів, що протікають в цих машинах. Одночасно необхідно удосконалити технологічний процес в робочій камері на основі раціональних конструктивних параметрів. Основними даними, що необхідні для розрахунку валкових робочих органів є крутний момент, споживча потужність та зусилля дії валків і тіста при його нагнітанні. Ці величини різними дослідниками визначалися по методиках, що засновані на закономірностях пластичної або пружної деформації матеріалу між валками. Дослідження базувалися на гідродинамічній теорії вальцювання та теорії подібності.

Аналіз відомих досліджень показав, що в роботі з пшеничним дріжджовим та макаронним тістом, не в повній мірі звернута увага на вплив зазору між валками, кутом живлення та нагнітання, діаметром та геометрією валків, зміни моменту та споживання енергії, надійності роботи. Можливості використання цих даних для формування тістової заготовки із необхідними, в умовах практики, формою і розмірами вивчено недостатньо. При цьому встановлено, що формування тістового пласта з мінімальним ущільненням і збереженням формоудержуючих властивостей забезпечується тільки при використанні поетапної розкатки валками циліндричної форми. Всі ці дані на сьогоднішній час вимагають нових результатів, так як відбулися зміни в замішуванні тіста, властивостях компонентів та рецептурі. На основі розроблених підходів для опису процесу нагнітання тіста в зазорі між валками, було використано гідродинамічну теорію каландрування псевдопластичної рідини. Це дозволяє встановити кількісні залежності між геометричними характеристиками робочого простору (зазора) та властивостями матеріалів і режимів обробки.

Обробка експериментальних даних дозволила встановити залежність між поверхнею пор та масою тістової заготовки і виробу, густиною, кислотністю.

При використанні даної теорії процесу одержано ряд формул, що дозволяють визначити тиск в зазорі між валками, виходячи із параметрів та в'язкості середовища. Аналогічні дані залежності можуть застосовуватись для процесу валкового нагнітання при наявності протитиску в камері нагнітання – тістоподільні машини.

Всі ці дані та їх методи дозволяють систематизувати матеріали досліджень, виявити та сформулювати задачі та ціль розрахунку. Спільним недоліком цих методик є неможливість визначення впливу геометричних розмірів робочих органів (валків), камери та показників реології на споживання енергоресурсів при встановленні процесу формування в машинах даного класу.

УДК 664.653.1

Пришляк Н. –ст. гр. ХОМ-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЕКСТРУЗІЇ**

Науковий керівник д.т.н., професор Стадник І.Я.

Prushliak N.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE MATHEMATICAL MODELING STUDY OF EXTRUSION**

Supervisor: prof. Stadnuk I.

Ключові слова: модель, теплота, волога.

Keywords: model, warmth, moisture.

Враховуючи стрімкий розвиток і великі можливості сучасної обчислювальної техніки, при вирішенні задачі визначення необхідних параметрів проведення процесу формування і подальшої розробки відповідного обладнання варто користуватися методами математичного моделювання.

В галузі екструзії математичне моделювання застосовують досить широко. Серед матеріалів, які розглядалися іншими авторами, найбільший інтерес викликають крохмалемісткі матеріали, напівфабрикати із кукурудзяного борошна з добавками волокон буряка. Хоча всі перераховані моделі розроблені для випадку високотемпературної екструзії і моделюють поведінку матеріалів у неізотермічних умовах, ознайомлення з ними має досить велике значення. Рівняння регресії представляє собою зв'язок між показниками якості та параметрами, що на них впливають – питома механічна енергія, температура, тиск матеріалу перед матрицею і вміст клейстеризованого крохмалю.

В багатьох роботах винахідників запропонована модель, що описує динаміку росту пузирчиків при екструдюванні крохмалемістких матеріалів. Розглядаються втрати в навколишнє середовище теплоти і вологи з комірки, розміри якої збільшуються, і вплив зовнішніх умов на цей процес.

Остріковим А.Н і Абрамовим О.В створена класична математична модель екструзії, побудована на рівняннях збереження, руху в'язкого матеріалу, яка враховує аномалію в'язкості. Однак вона передбачає перетворення отриманої системи диференціальних рівнянь до безрозмірно-критеріального вигляду з використанням критеріїв  $Re$ ,  $Eu$ ,  $Ec$ ,  $Pe$ , що не досить зручно.

Реологічні рівняння, які використовуються у всіх перерахованих роботах, не можуть задовільно описати поведінку матеріалу, який характеризується як пружно-пластично-в'язкий, тому є потреба знайти інший вираз для рівняння стану. Окрім того, і залежність в'язкості від зовнішніх умов повинна характеризувати саме матеріал відповідної рецептури. Недоліком вище згаданих робіт є неврахування сил тертя, що спрощує розв'язок поставлених задач, але не дозволяє отримувати реальну картину процесу. Щодо ефекту збільшення поперечних розмірів екструдату, то використовувати методу, запропоновану без змін не можна, оскільки механізм процесу розбухання при високотемпературній екструзії відрізняється від притаманній холодній.



УДК 664.85

Гарасівка Я. - ст. гр. ХОм-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДГОТОВКА ВИШНІ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ**

Науковий керівник д.т.н., професор Стадник І.Я.

Garasivka Y.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **PREPARATION PROCESS OF CHERRY**

Supervisor: prof. Stadnuk I.

Ключові слова: технологічний процес ,калібрування .

Keywords: technological process, calibration.

Калібрування це сортування, поділ продукту на групи з приблизно однаковими розмірами за формою і масою. Калібрують або цілу, або різану сировину на ситах з круглими отворами, на довгому перфорованому циліндрі, що обертається (круглі отвори мають розмір, який збільшується від входу в циліндр до виходу), на стрічках з тросиків, відстань між якими регулюється. Продукцію калібрують для того, щоб мати однорідну сировину, що є необхідною умовою для подальшого її механізованого очищення, різання, фарширування та підтримання теплового режиму. Найчастіше використовують для вишні барабанні калібрувальні машини.

У барабанної машини кількість отворів на барабані з певним розміром отворів дорівнює кількості фракцій відкаліброваної продукції. Продукцію мийуть як до, так і після інспектування та калібрування, а при використанні на останній стадії миття дезінфікуючих засобів ще й споліскують. Для миття використовують чисту питну воду без запахів та наявності мікрофлори: якщо вода м'яка, то сировина її легше вбирає і втрачає свою міцність (ягоди розвалюються); якщо тверда, то шкірка плодів грубіє, що утруднює їх стерилізацію, а при уварюванні сировини в котлах утворюється багато накипу; якщо містить солі заліза, то в продукції світлого кольору вони викликають потемніння. Для миття 1 т сировини потрібно близько 5 т води. Якщо води недостатньо, то роблять її циркуляцію, попередньо продезінфікувавши (5-9 мг/л хлору).

Для зниження кількості теплостійкої плісені на сировині застосовують змочувальні агенти — дециквям-222-дифецилдиметиламонію бромід з розрахунку 0,5 — 1 г на 1 л води. Тривалість перебування плодів у розчині 30 с. У цілому при митті міцних плодів тривалість перебування у воді — не більше 10 — 15 хв., оскільки з них у мийну воду переходять мікроелементи та водорозчинні вітаміни. Слід пам'ятати, що хлор і питна сода руйнують аскорбінову кислоту, тому нарізану продукцію у воді не залишають. Кісточки й плодоніжки видаляють машинами лінійного типу. Машина для очищення вишень, черешень має гумові валки, які обертаються назустріч один одному. Відстань між ними менша за найменші розміри плодів, тому вони не провалюються, а плодоніжки захоплюються валками і відриваються. Для очищення абрикосів і персиків машина має робочий орган — пластинчасту чи гумову стрічку з гніздами. Стрічка рухається з інтервалами і в момент зупинки на гнізда з плодами опускаються пуансони, що виштовхують кісточки з плодів у піддони, з яких вони видаляються конвеєром. Для видалення кісточок з дрібних плодів використовують кісточковибивну машину барабанного типу.

УДК 664.1.055

Пивоварчук В. – ст. гр. ХО-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ФІЛЬТРУВАЛЬНІ ЦЕНТРИФУГИ У ВИРОБНИЦТВІ ЦУКРУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Куц В.П.

Ryvovarchuk V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **FILTRATING CENTRIFUGAL IN SUGAR PRODUCTION**

Supervisor: Kutz V.P.

Ключові слова: цукор, фільтрування, центрифуги.

Key words: sugar, filtering, centrifugal.

Для розділення в'язких двофазних систем, що містять 45-60% кристалів і 55-40% міжкристальної рідини, застосовуються фільтрувальні центрифуги, де процес центрифугування проходить за рахунок дії відцентрової сили на масу, що знаходиться в перфорованому барабані, який обертається з коловою швидкістю 50-60 м/с. Для ефективного відділення міжкристального відтоку і затримання осаду з внутрішнього боку ротора центрифуги встановлюються підкладні і фільтрувальні сита.

Центрифуги поділяють на центрифуги періодичної і безперервної дії.

Яскравим представником центрифуг періодичної дії є вертикальна триколонна центрифуга з ручним вивантаженням осаду. Вона використовується для виділення молочного цукру, дріжджового осаду, попереднього знежиреної шквари, зневоднення крохмалю, пир'я. Ці центрифуги універсальні і в них можливо промити і відтиснути осад.

Перфорований барабан центрифуги кріпиться на вертикальному валу за допомогою ступиці. Конусоподібна форма ступиці сприяє рівномірному розміщенню матеріалу в барабані. Дно барабана суцільне.

При фільтруванні суспензій внутрішню перфоровану поверхню барабана покривають дренажною сіткою і фільтрувальною тканиною. Суспензія подається при обертанні барабана центрифуги через отвір у кришці кожуха. Осад вивантажується вручну після зупинки центрифуги через верхню горловину барабану.

Розроблені конструкції триколонних маятникових центрифуг з нижнім вивантаженням осаду, які зручні в обслуговуванні і мають меншу висоту.

Автоматизувати операцію вивантаження цукру з ротора підвісних центрифуг за допомогою механічних вивантажувачів надто важко. Тому в цукровому виробництві знайшли розповсюдження для розділення утфеля І продукту підвісні саморозвантажувальні центрифуги. Основною особливістю центрифуги є форма барабана, який має циліндричну і нижню конічну поверхні. Конічна поверхня перфорована і також використовується для фільтрування. Конічна частина має кут  $67^\circ$ , що більше кута природного скосу осаду (відфугованого цукру). Тому цукор вивантажується з барабану автоматично під дією сили тяжіння, коли ротор зупиняється. Центрифуга оснащена конусом, який закриває нижній отвір ротора, і розподіляючим диском, які переміщуються вниз або вгору по валу за допомогою важільної системи або лебідки.

УДК 637.143

Осипов В. – ст. гр. ХО-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СУХЕ МОЛОКО ТА ЙОГО ВИРОБНИЦТВО**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Куц В.П.

Osipov V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **MILK POWDER AND PRODUCTION**

Supervisor: Kutz V.P.

Ключові слова: сушіння, сушарки.

Key words: drying, drier.

У свіжому вигляді молоко зберігається 2-3 доби за температури зберігання не більше 10°C. Тому за такої низької стійкості виробництво звичайного молока набуло регіонального та сезонного характеру, що не дозволяє забезпечити ним у свіжому вигляді споживачів, які живуть у регіонах з нерозвиненим молочним тваринництвом, або людей, які живуть і працюють в екстремальних умовах (наукові експедиції, будівництва у віддалених частинах Землі) Виходячи з цього, для забезпечення потреб деяких частин населення молоком, його необхідно консервувати.

Сухе молоко широко застосовується у кондитерській, хлібопекарській, молочній галузях та у виробництві морозива і дитячого харчування.

В залежності від масової частки жиру виробляють такі види сухого молока:

- молоко сухе незбиране з масовою часткою жиру 20 або 25%
- молоко сухе знежирене з масовою часткою жиру не більше 1,5%

Сухе молоко – дрібно розпилений сухий порошок білого кольору з світлим кремовим відтінком, який виготовляється зі звичайного пастеризованого молока способом згущення та висушування, при цьому зберігаючи властивості свіжого молока. Сухе молоко відновлюють, розчиняючи його у теплій воді. Має запах, властивий свіжому пастеризованому молоку, без сторонніх присмаків та запахів.

В основі одержання сухих молочних продуктів лежить принцип консервування – ксероанабіоз, який ґрунтується на видаленні з сировини вологи до мінімальних значень.

Залежно від способу сушіння сухе незбиране молоко поділяють на розпилювальне і плівкове. Сухе незбиране молоко з масовою часткою жиру 20% виробляють лише на розпилювальних сушарках.

Продукт розпилюється і висушується в атмосфері гарячого повітря у розпилювальній сушарці, однією з основних переваг якої є незначна і нетривала дія високих температур на часточки молока, що висушується в результаті отримують продукт високої якості.

Температура повітря залежно від типу сушарки не повинна перевищувати температури 180 °C на вході у сушильну башту та 85 °C на виході із сушильної башти, оскільки через перегрівання змінюється колір і смак сухого молока, знижується його розчинність. Крім цього, можуть створюватися умови для самозаймання порошку. Критична температура самозаймання сухого незбираного молока 166 °C (залежить від товщини шару продукту).

УДК 664.143

Кінаш Д. – ст. гр. ХО<sub>МЗ</sub>-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВІДСАДОЧНІ МАШИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ПЕЧИВА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Куц В.П.

Kinash D.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DEPOSITING MACHINES IN BISCUITS PRODUCTION**

Supervisor: Kutz V.P.

Ключові слова: вироби кондитерські, виробництво, машини.

Key words: pastry, production, mashines.

Кондитерські вироби – харчові продукти, зазвичай, з великим вмістом цукру, відрізняються високою калорійністю і засвоюваністю, приємним смаком і ароматом. Для приготування кондитерських виробів використовують різноманітні види харчової сировини – цукор, патоку, мед, фрукти і ягоди, пшеничне (рідше вівсяне, соєве, кукурудзяне, житнє) борошно, молоко і масло, жири, крохмаль, какао, горіхи, яйця, харчові кислоти, желюючі і ароматизуючі речовини, які обробляють різними механічними та термічними способами. Висока харчова цінність кондитерських виробів обумовлена значним вмістом у них вуглеводів, жирів і білків.

У залежності від використовуваних інгредієнтів кондитерські вироби діляться на дві основні групи: цукристі та борошняні.

Борошняні вироби займають велику питому вагу в загальному виробництві кондитерських товарів (понад 40%) і різноманітні за складом і властивостями. Залежно від рецептури і способу виробництва їх поділяють на групи: печиво цукрове, зтяжне, здобне; крекер (сухе печиво) і галети; пряники; вафлі; тістечка і торти; кекси і ромові баби; борошняні східні солодоші.

Цукрове печиво – прекрасне частування до чаю, розсипчасте, добре набухає, солодке на смак. Печиво готується за класичними рецептурами із застосуванням традиційної сировини (борошна пшеничного вищого і першого гатунку, вершкового маргарину, інвертного і цукрового сиропу, цукрової пудри, меланжу, сухого молока, ароматизаторів, ідентичних натуральним, розпушувачів.) Відсадочні машини використовуються для формування кондитерських виробів. Тісто з тістової заготовки формується за допомогою відсадки. Воно захоплюється із бункера валиками, що прикручуються, і продавлюється під їх дією через отвір формувальної матриці. За допомогою цих машин можна виготовляти кондитерські вироби як різноманітної форми, так і різні за вагою.

Відсадочні машини бувають одно бункерними і двобункерними. Одно бункерна відсадочна машина використовується для виготовлення кондитерських виробів з бісквітного, пісочного і заварного тіста, відрізного тіста, одноколірного печива, а також виробів із білкових мас. Двобункерна відсадочна машина виготовляє всі вищезгадані кондитерські вироби, а також двоколірне печиво та кондитерські вироби з начинкою. Відсадочні машини дозволяють випускати широкий асортимент продукції, працюють майже безшумно на різних швидкостях.

УДК 663.63

Сагайдак О. – ст. гр. ХОМ-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ДЕАЕРАЦІЇ НА СТЕПІНЬ НАСИЧЕННЯ НАПОЇВ CO<sub>2</sub>**

Науковий керівник: к.т.н., професор Шинкарик М.М.

Sagaydak O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DEAERATION IMPACT ON DEGREE OF SATURATION BEVERAGE BY CO<sub>2</sub>**

Supervisor: Prof. Shynkaryk M.

Ключові слова: вуглекислий газ, насичення, деаерація

Keywords: carbon dioxide, saturation, deaeration

Ступінь насичення напоїв і води двооксидом вуглецю залежить від здатності його розчинятися в компонентах напою, від температури напою та води, тиску, при якому проходить процес насичення, тривалості контакту, поверхні обміну, наявності повітря, конструкції обладнання, що застосовується.

Для насичення напоїв зазвичай використовують рідкий двооксид вуглецю, насичення проводять у сатураторах. Процес насичення води або напою двооксидом вуглецю полягає в тому, що CO<sub>2</sub> в замкнутому середовищі абсорбується рідиною. Абсорбція проходить одночасно з десорбцією. В певний момент часу при насиченні CO<sub>2</sub> настає рівновага між вмістом його в розчині та над ним. Кількісне розподілення CO<sub>2</sub> між газовою і рідинною фазами знаходиться в прямій залежності від тиску та температури.

Відношення кількості розчиненого в газовій фазі двооксиду вуглецю  $C_g$  до концентрації його в рідинній фазі  $C_r$  при постійній температурі є величина постійна  $C_g / C_r = K = \text{const}$ . Ця залежність може порушуватись у тому випадку, коли CO<sub>2</sub> при розчиненні вступає в хімічну взаємодію з розчинником або якщо розчинення проходить при тиску, що перевищує 0,4МПа.

Процес насичення води або напою двооксидом вуглецю необхідно проводити при пониженій температурі, так як в екзотермічних процесах з пониженням температури значення коефіцієнта  $K$  зменшується. З підвищенням тиску розчинність CO<sub>2</sub> збільшується, так як по закону Дальтона парціальний тиск речовини в газовій фазі пропорційний концентрації його у цій фазі, тобто якщо тиск зростає, то й збільшується парціальний тиск, що призводить до збільшення концентрації CO<sub>2</sub> в газовій фазі, а відповідно і до підвищення концентрації його в рідинній фазі.

Таким чином присутність води в повітрі понижує степінь розчинності в ній CO<sub>2</sub>, тому перед насиченням води газом вона піддається деаерації на спеціальних апаратах – деаераторах. По закону Дальтона газ будь-якої газової суміші розчиняється у воді під тиском тільки даного газу і залежить від вмісту його в суміші та парціального тиску. Отже проведення деаерації та наступне вакуумування пляшки дозволяє підвищити степінь насичення рідини вуглекислим газом.

УДК681.5

Шийка О. – ст. гр. КТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ  
ПАРАМЕТРІВ СТРІЧКОВОГО ПРЕСА В-FRU-2500HK НА ЯКІСТЬ  
ПРОДУКТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ВИЖИМАННЯ  
СОКУ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Золотий Р. З.

Shyika O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

**RESEARCH OF DESIGN PARAMETERS OF BELT PRESS B-  
FRU-2500HK OF QUALITY AND PERFORMANCE OF THE  
SQUEEZING JUICE**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Zoloty R. Z.

Ключові слова: контроль, система.

Keywords: control, system.

На чисельних підприємствах харчування України широко реалізується процес вижимання соку. В зв'язку з цим набуває актуальності проблема збільшення продуктивності обладнання та якості виготовленої продукції, оскільки зазвичай при збільшенні продуктивності устаткування якість соку погіршується.

Процес вижимання соку з допомогою стрічкового преса відбувається наступним чином: подрібнена яблучна мезга подається в приймальний бункер, з якого рівномірно розподіляється по ширині нижньої стрічки. У клиновій зоні верхня стрічка створює рівномірно зростаючий поверхневий тиск. В зоні пресування процес зневоднення починається на валку з L-подібним профілем поверхні, забезпечуючи інтенсивне видалення рідини через обидві стрічки і продовжує шлях через пресуючі валики, які каскадно встановлені на станині преса. Після останнього валика пресування вичавки відокремлюються від стрічки. Продуктивність налаштовується швидкістю руху стрічок і товщиною шару дробленої маси.

Використання стрічкового преса на базі програмованого логічного контролера ОВЕН 110-60М та ряду вимірювальних давачів дає змогу вирішити дану задачу. Вимірювальні давачі контролюють параметри процесу (товщину та ширину подачі, швидкість стрічки, тиск у пресі, кількість отриманого соку та витрати жмиху) та передають дані на контролер, який в свою чергу змінює їх згідно запрограмованої програми.

Процес вижимання яблучного соку з допомогою розробленої системи забезпечує: гнучке керування та жорсткий контроль за технологічним процесом, економію енергоносіїв, збільшення ресурсу роботи преса та підвищення якості продукції, також дозволяє спостерігати за процесом та керувати ним за допомогою персонального комп'ютера. Надійна система управління забезпечує безперервну роботу стрічкового преса при мінімальній зайнятості персоналу.

УДК 637.134: 66.063.8

Шипко Г. - ст. гр. М-21

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ В МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Наукові керівники: к.т.н., професор Постнов Г.М.,  
к.т.н., ст. викладач Червоний В.М.

Zubrev A.

*Kharkov State University of Food Technology and Trade*

## **PROSPECTS FOR THE USE OF ULTRASOUND IN THE DAIRY INDUSTRY**

Supervisors: Cand. Tech. Sc., Professor Postnov G.,  
Cand. Tech. Sc., Assistant Professor Chervonyi V.

Ключові слова: ультразвук, молоко, гомогенізація.

Keywords: ultrasound, milk, homogenization.

Ультразвук представляє собою хвилеподібно розповсюджений коливальний рух часточок середовища. Все більше застосування ультразвуку знаходять у харчовій промисловості, в тому числі у виробництві молочної продукції.

В молочної промисловості все більшу увагу приковують до себе ультразвукові гомогенізатори. За допомогою ультразвукових гомогенізаторів вдається створити в рідині звукове поле з контрольованими параметрами, що дозволяє ефективно проводити процес диспергування, оскільки при фіксованій частоті ультразвукових коливань існують оптимальні для даного виду емульсії інтенсивність звукової хвилі і постійний тиск. Змінюючи умови протікання кавітації, можна послаблювати чи посилювати кавітаційні ефекти. Таким чином, з мінімальними енерговитратами досягаються відмінні показники гомогенізації - розмір жирових кульок менше мікрона .

На ринку молочного обладнання ультразвукові гомогенізатори представлені одиничними моделями. Зокрема, ТОВ «Юнітерм» пропонує ультразвукове обладнання гомогенізатор - проточного типу : УЗК 05 і УЗК 07. Установка являє собою кільцевий ультразвуковий перетворювач оригінальної конструкції, виконаний на сучасних п'єзоелементах.

Крім високої ефективності, відзначений ще ряд позитивних сторін ультразвукової обробки молока: оброблене на ультразвуковому гомогенізаторі та заморожене для тривалого зберігання молоко після розморожування повністю відновлює смак і поживні властивості; сухе молоко, вироблене з використанням ультразвукової технології, зберігатися довше, ніж отримане за традиційною технологією , після відновлення за смаком і складом не відрізняється від натурального; під час ультразвукової обробки молока спостерігається ще один позитивний ефект - знижується рівень його мікробіологічного обсіменіння.

Під час виконання дипломного проекту бакалавра планується обґрунтувати можливість використання ультразвукових установок для виробництва молочних продуктів на промислових потужностях підприємства ПАТ «Яготинське для дітей».

УДК.664.64

Войтюк В. – ст. гр. ХОМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТІСТА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ворощук В.Я.

Voytyuk V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **PARTICULARITIES OF THE RESEARCH OF RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF DOUGH**

Supervisor: Ph.D. Voroshchuk V.

Ключові слова: температура, градієнт швидкості, напруження зсуву, в'язкість  
Keywords: temperature, velocity gradient, shear stress, viscosity

Серед великої кількості показників якості реологічні характеристики є основоположними як найбільш оперативні. Вони дозволяють формалізувати багато технологічних операцій і оптимізувати їх перебіг, а також оцінити в комплексі структуру виробів.

Реологічні і структурно-механічні властивості борошняного тіста проявляються в процесі деформації, течії і руйнування [1].

Формування структури і реологічних властивостей здобного тіста залежать від присутності в ньому твердої, рідкої і газоподібної фаз, які забезпечують тісту пружність, текучість і стисливість [2].

Тісто відноситься до складних багатокомпонентних структурованих дисперсних нестационарних систем.

В процесі виробництва виробів з тіста зазвичай відбувається руйнування дисперсної системи тіста, внаслідок чого властивості випеченого напівфабрикату і приготованого з нього готового виробу зазнають значних змін.

Ці зміни чинять істотний вплив на процеси, енергетичні витрати і інші показники роботи технологічного обладнання. При цьому реологічні властивості тіста залежать не лише від зміни градієнта швидкості, але і від температури.

Для вибору технологічних режимів виробництва і вдосконалення технологічного обладнання важливо знати закономірності зміни реологічних властивостей тіста.

У практиці сучасного виробництва при замісі і обробленні все більше впроваджуються різні способи механічних впливів на тісто.

Ці дії мають бути правильно розподілені в тісті за швидкістю деформацій і температурою, щоб, наприклад, відформовані заготовки зберігалися у своїй початковій формі впродовж усього процесу формування.

Однією із найважливіших задач є дослідження залежностей реологічних характеристик тіста (напруження зсуву і в'язкості) від швидкості деформації при різних значеннях температур, тобто побудова кривих течії і відповідних залежностей в'язкості.

Визначення впливу температури на реологічні властивості тіста особливо цікаво, оскільки при стандартній рецептурі у виробничих умовах управління



технологічними процесами може бути здійснене тільки в результаті зміни температурного режиму.

Діапазон температур вибирають, виходячи з інженерного завдання механічного формування, і, як правило, з урахуванням великої в'язкості тіста, щоб перекривати діапазон робочих температур.

Для дослідження доцільно використати ротаційний віскозиметр «РеотестV» при температурах 40 і 60 С.

Градiєнт швидкості змінюють від 0,166 до 145,8 з - 1.

При кожній температурі беруть нову порцію тіста. Перед кожним дослідом тісто треба піддавати лабораторному аналізу на вологість. Перед початком вимірів для забезпечення рівномірності характеристик проводять термостатування зразка тіста впродовж 20 хвилин з точністю 0,1 С.

Значення швидкості деформації вибирають, а дотичної напруги зрушення і динамічної ефективної в'язкості розраховують за відомою методикою [2], але бажано застосовувати модернізований спосіб завантаження циліндрів. Рекомендовано вибирати поєднання циліндрів Н.

Реологічні властивості тіста оцінюють по зміні дотичної напруги зсуву і динамічної ефективної в'язкості, як найоб'єктивнішими показниками оцінки властивостей напівфабрикатів і готових виробів.

Розглядають залежність напруги зсуву і в'язкості тіста від температури і градiєнта швидкості, оскільки міра руйнування структури тіста знаходиться у функціональній залежності від швидкості деформації.

#### Література

1. Николаев Б.А Структурно-механические свойства мучного теста. М.: изд. Пищевая промышленность. - 1976. - с.37-53.

2. Иовнович Л.С., Корнильев И.В. Исследование реологических свойств сдобного теста для мучнистых кондитерских изделий. С.-Пб: изд. СПбГУНиПТ.- Межвузовский сборник научных трудов. - 1981год. - с.9-19.

3. Арет В.А., Николаев Б.Л, Забровский Г.К., Николаев Л.К. Реологические основы расчёта оборудования для производства жиросодержащих пищевых продуктов. С.-Пб: изд. СПбГУН и ПТ. - 2007. - с.272, 21-77.

4. У.Л.Улкинсон Неньютоновские жидкости. Перевод с английского к.т.н. З.П.Шульмана, под ред. акад. АН БССР проф. А.Н.Лыкова. М:изд.Мир.- 1964год.- с.29-31.

УДК 637.024

Калим Н. – ст. гр. ХОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ І ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ ПРЕСУВАННІ СИРУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Ворощук В.Я.

Kalym N.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **PARTICULARITIES OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS AND TECHNICAL DECISIONS OF CHEESE PRESSING**

Supervisor: Ph.D. Voroshchuk V.

Ключові слова: сир, температура, тиск, прес, форма

Keywords: cheese, temperature, pressure, press, shape

Пресування сиру є однією з найскладніших технологічних операцій для виробників. Головною метою пресування є перетворення нещільних частинок згустку в моноліт, а також витіснення вільної сироватки.

Сирна маса є білковою матрицею, що включає жирові кульки, вологу, лактозу, солі, небілкові азотисті з'єднання, такі як пептиди і так далі вона містить також деяку кількість повітря і газу, тому в теплому стані - пружна, еластична і м'яка. Жир знаходиться, головним чином, в рідкому вигляді. Сіль може використовуватися, а може не використовуватися; вона частково розчиняється поверхнею казеїну, а також утримує вологу. Якщо сіль не може вільно розчинитися в теплій сирній масі, поверхневий ущільнений шар казеїну стає грубим і рогоподібним.

На першому етапі пресування слід проводити поступово, оскільки раптовий високий тиск стискає поверхневий шар сиру, який стає непроникним і утримує вологу в порожнистих ділянках.

Температура сирної маси перед пресуванням повинна бути нижчою за температуру плавлення жиру і складати літом 24°C, взимку - 26°C, інакше жир витікатиме з сирної маси і переходитиме в сироватку, або заповнюватиме вільні проміжки між сирним зерном, сприяючи виробленню сального сиру.

Оскільки сири можуть значно розрізнятися за розміром, тиском, що прикладається до сиру, виражається як сила на одиницю площі, а не на головку сиру. Оскільки перед пресуванням сирна маса містить певний об'єм повітря, сири, що мають дуже щільне сирне тісто (наприклад, чеддер), пресують при тиску вакууму мінус 85-95 кПа (одиницею вимірювання є паскаль (Па), рівний Ньютону на м<sup>2</sup> (Н/м<sup>2</sup>)).

Вакуумне середовище використовується протягом нетривалого часу (2-3 год), сприяючи видаленню повітря з сирної маси і її охолодженню. Зазвичай сири витримують під тиском протягом 2-3 діб (chedder), проте при виробництві сучасних сирів у вигляді блоків цей період складає 24-36 год, а при використанні вакуумного пресування - 10-15 год, що дозволяє промити сирні форми і повторно їх використовувати наступного дня.

У пресах для сиру використовується тиск пружини, важкий вантаж, пневматична або гідравлічна дія, при цьому кожен сировар віддає перевагу певним типам пресів.

Преси, в яких діє тиск пружини або вантаж, зазвичай працюють вертикально, з однією партією сиру, причому величина тиску виражається в одиницях маси. При використанні гідравлічних і пневматичних пресів існує вірогідність помилок у визначенні тиску стандартними манометрами, що калібруються для вимірювання тиску в трубопроводі.

Однією з вимог, що пред'являються до відпресованого сиру, є щільна і рівна поверхня без тріщин, сприяючих проникненню плісняви до порожнеч в сирній масі на початковій стадії пресування традиційно використовують грубу джутову серпянку. Іноді сир занурюють в гарячу воду (з температурою близько 50°C) для пластифікування кірки, а потім для її вирівнювання повторно пресують в жорсткій бавовняній тканині. Дані прийоми дуже трудомісткі, і в даний час замість тканин, що застосовувалися раніше, використовуються текстуровані синтетичні плівки.

Деякі виробники і замовники сиру віддають перевагу старим методам виготовлення сиру, особливо сортів з чедеризацією сирної маси (наприклад, чеддер або чешир).

На більшості крупних виробництв форми традиційних видів і розмірів в даний час замінили форми для блоків, що дозволяють отримувати сири стандартної форми масою близько 18 кг і розміром 0,36 x 0,28 x 0,18 м. Дані форми виготовляють з білої жерсті, алюмінію і неіржавіючої сталі і використовують в сукупності з одноразовою перфорованою полімерною плівкою.

Знаходять застосування також крупні преси або баропреси, що мають вакуумні циліндри для пресування згустку під дією вакууму. Вертикальний прес вміщає близько 900 кг сирної маси, що дозволяє формувати один великий блок. Виготовлені таким чином великі блоки дозрівають нерівномірно, тому для упаковки і дозрівання їх ріжуть на частини по 18 кг

Поява перфорованих сирних форм з неіржавіючої сталі дозволила сироварам обходитися без тканин для обгортання сира; крім того, використання на механізованих лініях виробництва сиру перфорованих пластикових форм дає можливість розкладати сирну масу в пластикові форми без тканини. Заміна ручної праці при поводженні з формами і сиром на таких лініях, а також використання вакуумних пресів дозволило скоротити час пресування 2 год.

Останнім часом в цілях повної заміни пресів були розроблені формувальні машини брусків.

При використанні будь-якого методу пресування сирний пласт, що тільки що відпресували, або «незрілий» сир залишаються досить теплими і пластичними. Такі сири слід підтримувати, інакше вони розтечуться і деформуються, що приведе до небажаної форми традиційних сирів і зайвих втрат при розрізанні бруска сиру.

Секція:

**Інформаційні технології**

УДК 004.4

Смучок І. – ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ПІДХОДІВ  
ДО РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ  
ПОВТОРНО ВИКОРИСТОВУВАНИХ КОМПОНЕНТІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Яцишин В.В.

Smuchok I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

**PROSPECTS OF DEVELOPMENT AND APPROACHES TO  
SOFTWARE DEVELOPMENT BASED ON REUSABLE COMPONENTS**

Supervisor: PhD, Ass. Prof. Yatcyshyn V.V.

Ключові слова: програмне забезпечення, повторно використовувані компоненти  
Keywords: software, reusable components

Створення сучасних програмних систем, які були б конкурентоздатними на ринку і задовольняли потреби замовників є доволі складною задачею і вимагає від розробників застосування знань з багатьох розділів науки і практики, зокрема, технологій програмування, експертних технологій, математичної статистики та ряду інших. Для того, щоб програмний продукт був конкурентоздатним необхідно, щоб у ньому були реалізовані, принаймні, усі переваги прототипів, які існують на ринку, і затрати фінансів та часу на його розробку були мінімальними. Одним із шляхів зменшення витрат на розробку програмних продуктів є використання підходу наслідуваного програмного забезпечення. Даний підхід передбачає використання компонентів програмного забезпечення, які були створені раніше і показали свою працездатність протягом довготривалого періоду часу. Однак, при цьому розробники стикаються із проблемами експертного оцінювання властивостей компонентів, які планується повторно використати для нових проектів.

У процесі застосування повторного використання ПЗ необхідно створювати повторно використовувані компоненти. Під час несистематичного повторного використання повторно використовувані компоненти створюються на основі наслідуваного ПЗ, а доцільність та ефективність їх створення визначається насамперед витратами, які не повинні перевищувати витрати на створення такого компонента „з нуля”. При цьому, найбільш витратною, що потребує великих обсягів робочого часу висококваліфікованих інженерів, є завдання оцінювання властивостей компонента ПЗ – кандидата в повторно використовувані компоненти, яке сьогодні розв’язується інтуїтивно. Для оцінювання властивостей повторно використовуваних компонентів запропоновано скористатись рекомендаціями міжнародних стандартів серії ISO 25000. На модульному рівні, для визначення властивостей компонентів дієвим є використання стандарту ISO 25010 (ISO 9126). Експертне оцінювання властивостей компонентів запропоновано проводити на сонові методу SQFD.

УДК 004.4

Кнюх А. – ст. групи СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ НА ЕТАПІ ЇХ СУПРОВОДУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Яцишин В.В.

Knukh A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **FEATURES QUALITY ASSURANCE SOFTWARE ON THE SUPPORTING STAGE**

Supervisor: PhD, Ass. Prof. Yatcyshyn V.V.

Ключові слова: якість, супровід, програмне забезпечення

Keywords: quality, support, software

Інтенсивний розвиток індустрії програмного забезпечення характеризується впровадженням та використанням складних програмних платформ, інструментів виявлення та аналізу помилок, фіксації та аналізу недоліків функціональності готового програмного продукту та швидкої реакції на зауваження та побажання користувачів. Однак потрібно відмітити і той факт, що із зростанням складності програмних систем зростають вимоги щодо їх супроводу і підтримки у працездатному стані. При цьому необхідно забезпечити заявлену якість продукту. На етапі супроводу програмного забезпечення визначальною є якість у використанні, оскільки на даному етапі у повній мірі можна оцінити відповідність реалізованих у програмному продукті вимог потребам замовника. В ISO/IEC 25010:2011, що належить до серії стандартів SQuaRE (ISO/IEC 25000 — ISO/IEC 25099) наведено дві моделі: модель якості програмного продукту (product quality model ) та модель якості у використанні (quality in use model).

Модель якості у використанні описано у термінах п'яти характеристик, зокрема: ефективність (effectiveness), економічність (efficiency), задоволеність (satisfaction), свобода від ризику (freedom from risk) та межі контексту (context coverage). Якість у використанні пов'язана з результатами впливу програмного продукту на користувачів. Такий вплив визначається якістю програмного продукту, апаратного забезпечення, особливостями самих користувачів, виконуваних ними завдань та соціального середовища. Особливо важливим, з точки зору користувачів, є забезпечення достатнього рівня зручності у використанні – характеристики якості, особливості якої повинні бути врахованими у моделі якості програмного продукту та моделі якості у використанні. У стандарті ISO 25010 зручність використання описано як ступінь, в якому програмний продукт може бути використаний певними користувачами для досягнення визначених цілей з ефективністю, економічністю та задоволеністю у певному контексті використання. Зручність у використанні, згідно з вищезгаданою моделлю якості програмного продукту має шість підхарактеристик: розпізнавання сумісності; можливість навчання; операбельність; захист від помилок користувача; естетика користувацького інтерфейсу; доступність.

УДК 004.4'2;004.43

Ковальчук Н. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПЛАТФОРМА .NET**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Kovalchuk N.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **.NET PLATFORM**

Supervisor: Majevskiy A.

Ключові слова: платформа, .NET

Keywords: platform, .NET

Платформа .NET Framework - це технологія, яка підтримує створення і виконання нового покоління додатків і веб-служб XML.

Істотною перевагою конструктивного рішення .NET є компонентно-орієнтований підхід до проектування та реалізації програмного забезпечення. Суть підходу полягає у принциповій можливості створення незалежних складових програмного забезпечення з уніфікованою інтерфейсною частиною для багаторазового повторного і розподіленого використання. При цьому продуктивність рішення обумовлена багатомовністю інтегрованих програмних проектів (концепція .NET потенційно підтримує довільну мову програмування - C #, Visual Basic, C та інші).

У ході компіляції програма на .NET-сумісному мовою програмування трансформується відповідно до заздалегідь заданої узагальненої специфікацією мови Common Type System (CTS). Система типів CTS повністю описує всі типи даних, які підтримує середовище виконання, визначає їх взаємозв'язок і зберігає їх відображення в системі типів .NET.

Під Common Language Specification (або CLS) розуміється набір правил, що визначають підмножину узагальнених типів даних, щодо яких гарантується, що вони безпечні при використанні у всіх мовах .NET.

Інтерфейси реалізуються за допомогою форм Windows і ASP.NET для веб-додатків.

У ході виконання процедури трансляції вихідний текст програми (написаний на SML, C #, Visual Basic, C або на будь-якій іншій мові програмування, яка підтримується .NET) перетворюється компілятором в так звану збірку (assembly) і зберігається у вигляді файлу динамічно приєднуваної бібліотеки (Dynamically Linked Library, DLL) або виконуваного файлу (Executable, EXE).

В якості середовища розробки прикладних систем доцільно використовувати Microsoft Visual Studio .NET, надає цілий комплекс розвинених засобів створення, редагування та налагодження програмного коду на різних мовах програмування. У разі нескладних завдань можна обмежитися примітивними редакторами тексту програм, подібних Notepad.

УДК 004.056

Липовий Т.– ст. гр. СІМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **БИОМЕТРИЧНА АУТЕНТИФІКАЦІЯ ЗА КЛАВІАТУРНИМ ПОЧЕРКОМ**

Науковий керівник: к.т.н., доц Осухівська Г.М.

Lyrovyi T.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **BIOMETRICAL AUTHENTICATION BY THE KEYBOARD TYPING PATTERNS**

Supervisor: prof. H.M. Osukhivska

Ключові слова: біометрична аутентифікація, клавіатурний почерк.

Keywords: biometrical authentication, keyboard patterns.

Останнім часом все більше значення в захисті інформації відіграють системи, що використовують біометричні дані як засіб ідентифікації та аутентифікація користувачів комп'ютерних систем. Ріст їх популярності можна охарактеризувати тим, що біометричні дані можуть безпомилково ідентифікувати особу, не потребуючи при цьому запам'ятовування різного роду паролів, а використовуючи інформацію, що завжди є з особою. Зокрема розвиваються системи, що використовують як вхідні дані клавіатурний почерк людини. Він є своєрідним відображенням того, як людина використовує клавіатуру. Ряд досліджень показали, що за клавіатурним почерком, як і за іншими біометричними даними, досить однозначно можна ідентифікувати особу. Зважаючи на це, а також на простоту і низьку вартість реалізації, відсутність додаткового апаратного забезпечення такі системи набувають все більшої популярності. Клавіатурним почерком користувача називається сукупність індивідуальних характеристик, що визначають особливість його роботи в режимі введення тексту з клавіатури. Основними параметрами при визначенні клавіатурного почерку особи є час утримання клавіші (ЧУК) та час між натиснутими клавішами (ЧМК). Визначаються вони при введенні з клавіатури контрольної фрази (статична), або ж система постійно проводить моніторинг набору (постійна).

Надійність такої системи дуже залежить від користувача, а саме від кількості пальців, які оператор використовує під час друку, та швидкості набору. При наборі одним пальцем інтервали стають пропорційними часу натиснення клавіш. При вдосконаленні навичок роботи з клавіатурою зростає і індивідуальність набору кожного користувача. Зокрема, встановлено, що довжина пароліної фрази, яка піддається аналізу, повинна становити не менше 20 символів. При цьому, система повинна забезпечувати певну гнучкість, а саме дозволяти робити 1-2 помилки при наборі символів, в іншому випадку можливе виникнення помилок типу «не впусти свого». Окрім цього, слід також враховувати те, що суттєвий вплив на набір створює послідовність символів у пароліній фразі, чи затримки пов'язані з набором окремих символів. Також важливими є чинники пов'язані з людською фізіологією, наприклад різна продуктивність в різний час доби, що безпосередньо впливає на швидкість набору. Системи, що використовують клавіатурний почерк людини є перспективними, і їх частка поміж інших щороку зростає.

УДК 004.415.533

Попович Х. - ст.гр. СНм-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ ТЕСТУВАННЯ ДЛЯ ВЕБ-ДОДАТКІВ**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Popovych K.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DEVELOPMENT OF TESTING STRATEGY FOR WEB-APPLICATIONS**

Supervisor: Majeveskiy A.

Ключові слова: веб-додаток, тестування.

Keywords: web-application, testing.

Тестування є невід'ємним етапом життєвого циклу програмного забезпечення. Зазвичай при тестуванні застосовуються класичні методи і техніки проектування тестів. Проте, якщо мова йде про веб-додатки, то існує ряд нюансів, пов'язаних із соціальними та технологічними особливостями веб-додатків, які відрізняють їх від інших видів додатків, і які обов'язково потрібно враховувати при тестуванні, щоб виконати його професійно.

Саме тому існує необхідність розробити стратегію тестування, яка б покривала вимоги до тестування веб-додатків. Стратегія тестування – це план проведення робіт з тестування системи або її модуля, що враховує специфіку функціональності і залежності з іншими компонентами системи і платформи. Стратегія визначає типи тестів, які потрібно виконувати для даного функціоналу системи, включає опис необхідних підходів з точки зору цілей тестування і може ставити описи чи вимоги до необхідних для проведення тестування інструментів і інфраструктури.

Перш за все потрібно з'ясувати необхідність тестування, передумови необхідності тестувальника, проблеми продукту та проблеми проекту. Необхідно поставити вимоги до кваліфікації тестувальників. Наступним етапом є етап планування під час якого визначаються групи відповідальних, визначення завдань, оцінки часу, витрат, тощо. В рамках цього етапу створюється тестова документація така як тест-план та тест-кейси. Важливим етапом тестування веб-додатку є створення тестового покриття. Особлива увага присвячується способам тестування, а саме чи є необхідність автоматизувати тестування і які інструменти для цього обрати. Визначаються види ручного тестування.

В результаті тестування веб-додатку можуть бути знайдені дефекти, важливість та критичність яких необхідно визначити. На цьому етапі розглядається проблема вибору багтрекера та робота у ньому, створення баг-репорту, проблема контролю змін та процес виправлення дефекту.

Завершальним етапом є аналіз підсумків, формування кінцевих результатів тестування та завдань щодо поліпшення і змін в проекті, продукті, тестуванні, розробці, всьому процесі.

У роботі наведено особливості тестування веб-додатків в контексті кожного етапу, а також розглянуто планування тестування, тест-дизайн, інтеграцію тестування в процес розробки, оцінку наявних коштів та трудовитрати.



УДК 004.353

Процків Ю.- ст. гр. СМ-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана*

## **ЗАДАЧА СТЕРЕО ВІДПОВІДНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Загородна Н.В.

Protskiv Y.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **STEREO CORESPONDENCE PROBLEM**

Supervisor: Zagorodna N.

Ключові слова: відмінність, стерео, зображення.

Keywords: disparity, stereo, image.

Відомо, що люди сприймають глибину простору на основі відмінності в зовнішньому вигляді між лівим і правим оком. В якості простого експерименту, якщо провести пальцем вертикально перед очима і закривати кожне око по черзі, то в результаті буде відчуття, що палець "стрибає" вліво або вправо відносно фону сцени.

В області комп'ютерного бачення тематика побудови стерео зображень на основі декількох двовимірних зображень була однією із найбільш фундаментальних проблем і досі залишається однією із найбільш активних тем для досліджень. До області задач комп'ютерного бачення належать такі задачі, як моделювання людської зорової системи, тривимірне моделювання реальних сцен.

Побудова стерео відповідності – це процес отримання тривимірної моделі із двох або більше двовимірних зображень однієї і тієї ж сцени, зроблених з різних ракурсів, що ґрунтується на пошуку спільних пікселів на зображеннях та наступному перетворенню їх двовимірних позицій у тривимірне представлення глибини (див. рисунок 1).



Рисунок 1 - Приклад побудови стерео моделі будівлі на основі кількох її зображень

В простих конфігураціях в стереопарах кількість відмінностей є обернено пропорційною до відстані від спостерігача. Задача зменшення таких відмінностей є достатньо складною та розв'язується з використанням основ фундаментальної фізики та геометрії.

Перші алгоритми для побудови стерео відповідності зображень були розроблені в області фотограмметрії. Використання таких методів дало можливість автоматичної генерації топографічних карт висот різних масштабів з отриманих аерофотознімків.

УДК 004.415.5

Сасага С.– ст. гр. СІМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ**

Науковий керівник: к.т.н.,доц Осухівська Г.М.

Sasaha S.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical*

## **METHODS OF ANALYSIS OF TELECOMMUNICATION NETWORKS**

Supervisor: prof. H.M. Osukhivska

Ключові слова: телекомунікаційні мережі, теорія графів.

Keywords: telecommunications networks, graph theory.

Функціонування телекомунікаційних мереж значною мірою пов'язана із ефективністю вибору маршрутів для передавання інформації між взаємодіючими вузлами. Їх вибирають за визначеними критеріями, що можуть бути задані оператором мережі та ним же встановлені як статичні маршрути, або протоколами динамічної маршрутизації, що характеризуються різними алгоритмами та метриками під час обрахунку маршруту, відповідно обираючи різні оптимальні шляхи. Водночас вибір маршрутів динамічними протоколами обмеженими критеріями, які входять до їх метрики, і впливає на складність реалізації протоколу. Комбіновані методи вибору маршрутів закладено в протоколи динамічної маршрутизації завдяки можливості гнучкої зміни метрики з коригуванням характеристик каналу.

Одним із методів аналізу телекомунікаційних мереж щодо ефективності вибору маршрутів є теорія графів. Мережа представляється набором вузлів, якими є обслуговуючі пристрої, та ребер між ними, утворюючи граф. Перевагою використання графів є максимальне охоплення властивостей ребер, що дає змогу аналізувати пропускну здатність та затримку каналів передавання інформації. Не менш важливим є поєднання послідовності ребер для утворення маршруту за встановленими критеріями. Водночас враховувати параметри та характеристики вузлів, а також зміну властивостей потоків при обробці можна лише за їх впливом на параметри ребер.

Вибір оптимального шляху – це багатокритеріальна задача, яку розв'язують зі спрощеннями та обмеженнями. У кожен момент роботи мережі її вузли та канали характеризуються деяким рівнем завантаження. Потрібно наперед передбачити завантаженість мережі та, за певних обмежень, яких неможливо уникнути, вибрати оптимальні шляхи.

Варто зазначити, що вибір топології мережі більшою мірою враховує фінансові затрати при реалізації такої структури, а також усталені фактори переваг та недоліків обраної топології. Після встановлення мережі протоколи динамічної маршрутизації або адміністратор визначають оптимальні шляхи за правилом «найкращі з можливих». Тому при проектуванні доцільно провести аналіз всіх можливих структур мережі для вибору оптимальних шляхів протоколами динамічної маршрутизації.

УДК 004.4

Щербик І. – ст. групи СІмс-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Яцишин В.В.

Scherbyk I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **CRITERIA FOR EVALUATING QUALITY OF DISTANCE LEARNING SYSTEMS**

Supervisor: PhD, Ass. Prof. Yatcyshyn V.V.

Ключові слова: якість, системи дистанційного навчання

Keywords: quality, distance learning

Сучасні системи освіти, які базуються лише на стандартах проведення аудиторних занять, взаємодії тих, хто навчається і тих, хто навчає, а також недостатність впровадження інформаційних технологій у навчальний процес значно знижує якість одержуваних знань студентами, що в перспективі відображається на неспроможності працевлаштуватися, витрачання додаткових коштів на перепідготовку та ряді інших негативних факторів. Тому впровадження систем дистанційного навчання у традиційні форми навчання дає змогу уникнути або знизити ризик виникнення подібних ситуацій. Враховуючи темпи розвитку інформаційних технологій, глобалізацію суспільства, мобільність серед тих, хто навчається та тих, хто навчає, системи дистанційного навчання стають невід'ємними складовими освітнього процесу при підготовці фахівців високого рівня.

Слід відмітити, що на противагу послугам класичного освітнього процесу, які надають університети, сьогодні широкої популярності набувають спеціалізовані курси. Багато з таких курсів є як комерційними, так і безкоштовними. Однак, як засвідчує практика, рівень знань тих, хто пройшов спеціалізовані курси, на порядок вищий за рівень знань, які одержують в університеті на подібних дисциплінах. Це пов'язано з інертністю навчальних закладів, не відповідністю наданих послуг вимогам ринку, слабкою кваліфікацією кадрів, низькою якістю систем дистанційного навчання.

Розглянемо основні фактори впливу на якість знань в контексті використання систем дистанційного навчання. Оскільки, якість знань напряму залежить від системи дистанційного навчання, тобто комплексу, до складу якого входить програмно-апаратна реалізація системи, навчальні матеріали, що формуються викладачами курсів і засоби перевірки знань. Залежності між категоріями якості, які впливають на якість одержання знань наведено на рис.1.

Основною задачею перед впровадженням систем дистанційного навчання є аналіз ринку таких систем та вибір оптимальної. Однак на даному етапі технології оцінювання якості систем дистанційного навчання, які б в повній мірі та об'єктивно давали уявлення про властивості, переваги та недоліки існуючих систем не розроблено.

Тому актуальною задачею, є дослідження, обґрунтування та побудова математичних моделей для оцінювання якості систем дистанційного навчання. При цьому у моделях необхідно врахувати особливості факторів впливу на якість таких

систем, розробити або обґрунтувати метрики для кількісного відображення властивостей систем дистанційного навчання.

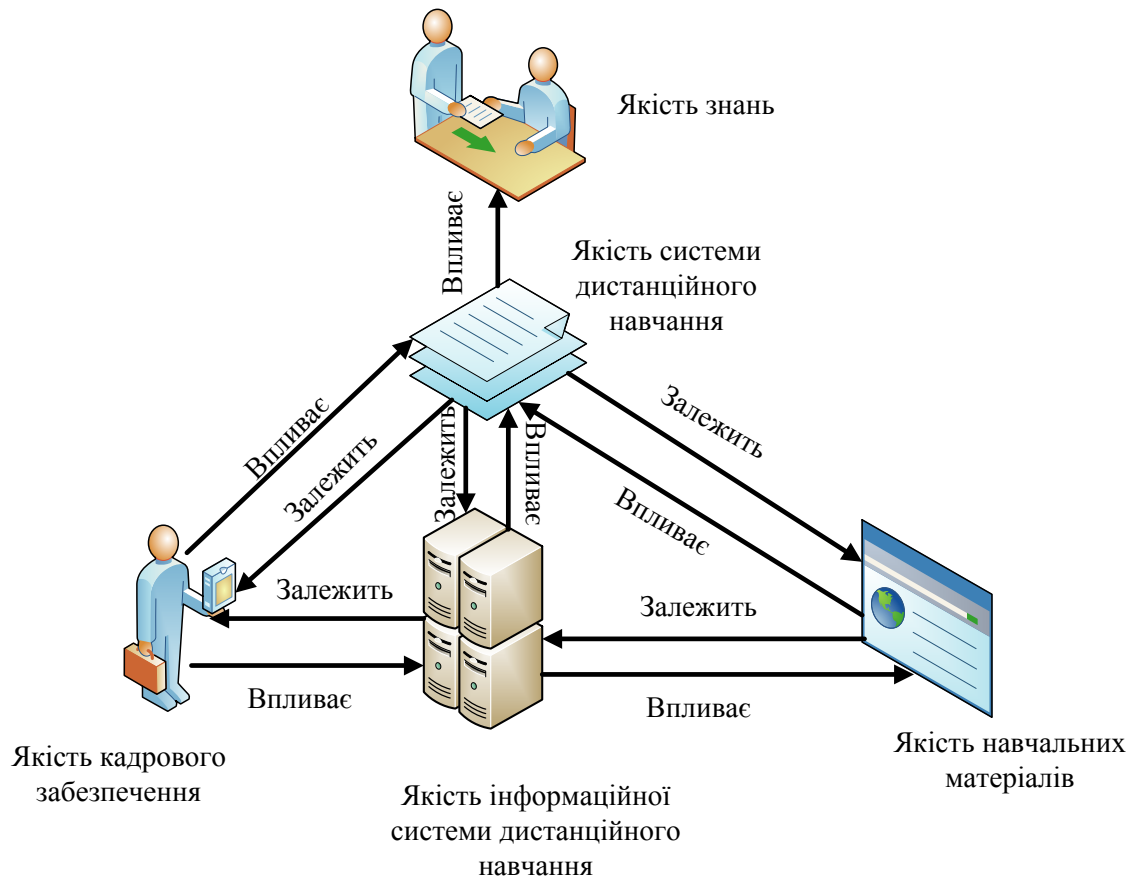


Рисунок 1 – Фактори впливу на якість знань

Для опису та проведення процесу оцінювання якості систем дистанційного навчання, а саме її програмно-апаратної складової, запропоновано скористатись міжнародним стандартом щодо оцінювання якості програмних систем ISO 25010. При цьому для математичного опису моделей пропонується скористатись теоретико-множинними нотаціями або підходом теорії категорій.

Для оцінювання якості навчальних матеріалів пропонується використати статистичний підхід, експертні технології та рекомендації стандарту ISO 25012 щодо якості даних.

Якість кадрового забезпечення формально можна описати за допомогою теорії множин та обчислення статистичних показників щодо освітньої та наукової роботи інструктора курсу.

Враховуючи складність задач відносно визначення якості систем дистанційного навчання, необхідно проводити ряд додаткових досліджень з метою визначення атрибутів якості кожної категорії (рис. 1), яка безпосередньо впливає на якість знань. Варто відмітити, що найбільш популярними з точки зору відгуків користувачів, є наступні платформи дистанційного навчання: Moodle, WebCT, Прометей, SharePointLMS, IBM Lotus Learning Management System, WebTutor, Microsoft Learning Gateway.

УДК 621.326

Семенюк В. – ст. гр. СНМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ**

Науковий керівник:

Semeniuk V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **MONITORING SYSTEM OF SOCIAL NETWORKS**

Supervisor:

Ключові слова: інформаційні системи, соціальні мережі, зберігання даних

Keywords: information systems, social networking, storage

У більшості компаній актуальним завданням є моніторинг відношення користувачів до компанії і продуктів (чи послуг) які вона надає. Причому якщо в класичному маркетингу для такого моніторингу необхідні трудомісткі дослідження, опитування, робота з фокус-групами, то у випадку з соціальними мережами процес набагато менш трудовитрат і багато в чому піддається автоматизації.

Основними задачами моніторингу є:

Своєчасне виявлення негативу. Однією з особливостей соціальних мереж є висока швидкість розповсюдження інформації. При цьому моментально розходяться не тільки позитивні висловлювання, а й критика. Найчастіше сплеск негативу на адресу компанії за кілька годин може перетворитися на справжній інформаційний вибух, і з кожною годиною напруженість буде тільки зростати.

Таким чином, чим раніше вийде почати кампанію по нейтралізації негативу, тим більш ефективною і менш витратною вона вийде. Однак для того щоб її розпочати, необхідно оперативно відстежити вогнища виникнення негативної інформації, і саме це завдання дозволяє вирішити моніторинг соціальних мереж і блогосфери.

Аналіз конкурентів. Аналіз переважаючого думки цільової аудиторії про конкурентів, вивчення їх маркетингової політики, а також порівняння їх показників з вашими (кількість згадок, тональність згадувань, відгук аудиторії) є важливими маркетинговими завданнями. Правильно налаштована система моніторингу дозволяє автоматизувати збір, систематизацію та аналіз ключових даних, а також порівнювати в динаміці показники конкурентів зі своїми.

Оцінка ефективності просування. Ще однією важливою функцією моніторингу є оцінка загальної ефективності проведених PR-кампаній як в онлайн-, так і в офлайн-середовищі. Збільшення кількості згадувань, а також зміна співвідношення тональностей на користь позитивних говорить про те, що проведена кампанія збільшує ваше інформаційне поле і оздоровлює його. Крім того, аналізуючи дані, отримані за істотний термін, можна простежити еволюцію ставлення аудиторії до бренду і того, як впливали на це проводяться PR-акції.

Отримання зворотного зв'язку. Найчастіше для компанії буває важливо отримати зворотній зв'язок від клієнтів про себе і своїх продуктах. Це дозволяє скорегувати позиціонування, маркетингову та PR-стратегію, звернути увагу на нюанси, важливі для споживача. Так, автовиробники після запуску нової моделі проводять моніторинг думок, щоб зрозуміти, як люди її сприймають: які сильні і слабкі сторони

вони виділяють, які аргументи за і проти покупки у них є, з якими моделями інших виробників проводиться порівняння.

Пошук тематичних дискусій. Іноді буває актуальна задача взяти участь у тематичних дискусіях. Так, наприклад, якщо десь йде обговорення різних постачальників інтернет-послуг, то найчастіше це може бути використано конкретним провайдером для донесення до зацікавленої аудиторії інформації про себе та своїх пропозиціях, для акцентування переваг у порівнянні з конкурентами, а також для нейтралізації негативу, який може з'явитися в даній темі.

Відповідно, моніторинг по правильно підібраним запитам дозволяє виявити такі дискусії незабаром після їх початку.

Існує два способи моніторинг: Автоматичний і ручний.

Автоматичний моніторинг. Автоматичний моніторинг кращий за ручний тим що відстеження ведеться постійно, в будь-який момент можна отримати відсічення станом на даний час. На відміну від ручного, у випадку з автоматичним моніторингом немає необхідності щораз заново вводити параметри моніторингу (запити, платформи і т. Д.) - Кампанія з моніторингу налаштовується всього одного разу, а потім при необхідності тільки коригується. У випадку з відстеженням вручну може виявитися проблематичним моніторинг з хронологічної глибиною в кілька років. При ручному моніторингу отриману інформацію необхідно самостійно заносити в таблиці. Тоді як автоматична система самостійно вносить дані і систематизує їх.

Загалом алгоритм автоматичного моніторингу можна звести до наступних етапів.

Етап 1. Підбір семантичного ядра.

Етап 2. Налаштування кампанії з моніторингу.

Етап 3. Запуск кампанії.

Етап 4. Відстеження результатів із заданою періодичністю.

Етап 5. Аналіз результатів.

У підсумку автоматичний моніторинг дозволяє значно знизити часові і трудові затрати за рахунок автоматизації рутинних процесів, а також досягти високої точності за рахунок кращої систематизації даних та використання істотної кількості інструментів аналітики.

Ручний моніторинг. Ручний моніторинг представляє собою залучення великої кількості людських ресурсів для виконання моніторингу площ, збору інформації, виконання її систематизації. Після чого проведення її аналізу та формування результатів моніторингу. Даний метод є повільним і більше часозатратним аніж автоматичний. Проте якщо компанія має невеликі масштаби і не може на даному етапі забезпечити собі автоматичний спосіб моніторингу тоді ручний метод є хорошим варіантом.

Отже, найбільш важливим для систем моніторингу Інтернет-ресурсів є отримання актуальної і точної інформації. Актуальна і своєчасна інформація з'являється переважно в соціальних мережах та інформаційно-новинних сайтах, однак у соціальних мережах крім іншого присутня велика кількість спаму і повідомлень, що не представляють будь-яку значущість для системи моніторингу. Однак користувачі соціальних мереж генерують велику кількість потенційно значимих повідомлень, наприклад відгуків про товари, компаніях, думка про ситуацію в країні, всі ці згадки становлять великий інтерес для автоматизованого моніторингу різними приватними і державними компаніями.

УДК 004.891

Баран М. – ст. гр. СМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА МЕТОДУ І АЛГОРИТМІВ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ НЕРІВНОВІДДАЛЕНИМИ ВУЗЛАМИ**

Науковий керівник: к. т. н., доц. Загородна Н. В.

Baran M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE DEVELOPMENT OF THE METHOD AND ALGORITHMS OF THE INTERPOLATION BASED ON THE NOT EQUIDISTANT NODES**

Supervisor: Zagrodna N.

Ключові слова: інтерполяція, метод, точка, функція.

Keywords: interpolation, method, point, function.

У обчислювальній математиці істотну роль відіграє інтерполяція функцій, тобто побудова за заданою функцією іншої (як правило, більш простої), значення якої збігаються із значеннями заданої функції в деякому числі точок. Причому інтерполяція має як практичне, так і теоретичне значення. На практиці часто виникає завдання по відновленню неперервної функції за її табличними значеннями, наприклад отриманими в ході деякого експерименту. Для обчислення багатьох функцій виявляється ефективно наблизити їх поліномами або дрібно-раціональними функціями. Теорія інтерполяції використовується при побудові та дослідженні квадратурних формул для чисельного інтегрування, для отримання методів рішення диференціальних та інтегральних рівнянь.

Інженери в практичній діяльності постійно зіштовхуються з необхідністю виявлення видів зв'язку в процесах та явищах і необхідністю їх математичного опису. Однозначна відповідність величини  $y$  сукупності незалежних змінних  $(x_1; x_2; \dots x_n)$  називається функціональною залежністю, а сама змінна величина  $y$  – функцією змінних величин  $(x_1; x_2; \dots x_n)$ , якщо  $y$ , залежить від сукупності незв'язаних між собою величин  $(x_1; x_2; \dots x_n)$  таким чином, що кожному набору  $(x_1; x_2; \dots x_n)$  відповідає значення величини  $y$ .

Незважаючи на наявність значної кількості методів інтерполяції, проблемами для більшості з них є неможливість роботи з нерівновіддаленими вузлами інтерполяції і різке зростання обчислювальних операцій при збільшенні кількості вузлів інтерполяції, кількості ітерацій або змінних функції. Варто відзначити, що жодний з достатньо поширених методів інтерполяції (різницеви, Лагранжа, сплайн-інтерполяція) не можна використовувати для інтерполяції не гладких і скрізь недиференційованих функцій. До обмежень даних методів слід також віднести той факт, що вузлами інтерполяції для них можуть бути лише окремі точки простору, а не множини точок, що належать цьому просторові. Отже, доцільним є розроблення методу й алгоритмів інтерполяції, які:

- 1) дозволяють працювати з нерівновіддаленими вузлами інтерполяції;
- 2) застосовні для інтерполяції не гладких функцій;
- 3) не вимагають значних обчислювальних витрат.

Розробка такого методу і відповідних алгоритмів дає змогу ефективніше виконувати обробку даних у різноманітних системах контролю і керування, а також у ряді спеціалізованих програмних продуктів, пов'язаних із відновленням інформації.

УДК 004.56

Квач П. – ст. гр. СІмс-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ЗАХИСТУ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ**

Науковий керівник: проф., д. т. н. Грицик В. В.

Kvach P.

*Ternopil Ivan Pul'uj national technical university*

## **COMPLEX PROTECT OF NETWORKS METHODS AND MEANS ARE RESEARCHED**

Supervisor: V. Hrytsyk

Ключові слова: задача захисту, порушника безпеки, розмежування доступу

Keywords: problem protection offender security credentials of access control.

Задача захисту комп'ютерних мереж і систем від несанкціонованого доступу в сучасних умовах набула особливу гостроту. Стрімкий розвиток комунікаційних технологій дозволяє будувати мережі розподіленої архітектури, що об'єднують велику кількість сегментів, розташованих на значній відстані один від одного. Усе це викликає збільшення числа вузлів мереж і кількості різних ліній зв'язку між ними, що, у свою чергу, підвищує ризик несанкціонованого підключення до мережі і доступу до важливої інформації. З позиції порушника безпеки і цілісності види порушень відповідно поділяються на умисні і ненавмисні. До умисним відноситься розкрадання (знищення) носіїв інформації, підслуховування, несанкціоноване копіювання інформації за допомогою терміналів та ін.

Об'єктом дослідження є спосіб автоматичного класифікації формалізованих документів в системі електронного документообігу.

Предметом дослідження є властивості способу автоматичної класифікації формалізованих документів в системі електронного документообігу, що забезпечують безпечну обробку інформації

В методах розмежування доступу, побудованих за принципом надання прав неформально право доступу може бути описане як "білет", у тому сенсі, що володіння "білетом" дозволяє доступ до деякого об'єкту, що описаний в "білеті". Основними типами методу, побудованих на наданні прав, є методи дискретного та мандатного доступу, що використовуються в більшості реальних систем, створених на сьогоднішній день.

Метод мандатного розмежування доступу забезпечує інформаційну безпеку за допомогою присвоєння всім сутностей системи рівнів конфіденційності (доступу). Дані рівні або мітки визначають всі можливі доступи між ними. Проте з цього випливає, що мандатне управління доступом не розрізняє сутностей одного рівня доступу, і на їх взаємодії обмеження не поширюються. Тому мандатна модель, як правило, застосовується обов'язково спільно з дискреційною, яка використовується для контролю за взаємодіями між сутностями одного рівня і установки додаткових обмежень, що підсилюють мандатну модель. В ході дослідження аналізується різні методи розмежування доступу з метою реалізації захищеності комп'ютерних мереж у мандатному методі, робота над якою здійснюється у дипломній роботі.



УДК 004.891

Біловус А. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАДАЧІ ДИСКРЕТНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Bilovus A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DISCRETE OPTIMIZATION PROBLEMS**

Supervisor: Majevskiy A.

Ключові слова: дискретна оптимізація, метод, алгоритм, штучні нейронні мережі.

Keywords: discrete optimization, method, algorithm, artificial neural networks.

Використання моделей та алгоритмів дискретної оптимізації (ДО), дозволяє вирішувати багато задач, таких, як задачі оптимізації на мережах; маршрутизації трафіку в комунікаційних мережах; задачі розміщення економічних об'єктів; задачі оптимізації автоматизованих систем планування ресурсів; задачі логістики [1]; задачі штучного інтелекту і робототехніки [2]. Це обумовлено тим, що дискретні оптимізаційні моделі адекватно відбивають нелінійні залежності та враховують обмеження логічного і технологічного типу, а також мають якісний характер [3].

Достатня кількість цих задач важкі, їх вирішення в гіршому випадку може вимагати побудови дерева пошуку рішень експоненціального розміру.

В даний час серед найбільш перспективних напрямків досліджень в області дискретної оптимізації можна виділити такі підходи [4]:

- розробка ефективних обчислювальних алгоритмів (точних та наближених) для вирішення завдань ДО;
- пошук спеціальних класів задач ДО, на яких добре працюють ті чи інші алгоритми;
- розробка та дослідження алгоритмів ДО з ефективним розпаралелюванням обчислень;
- теоретичний аналіз складності алгоритмів розв'язання задач ДО.

Перелічимо найбільш поширені прикладні задачі дискретної оптимізації: задача про вкладання рюкзака, задача комівояжера, одновимірний розкрій листових матеріалів різних розмірів, задача про покриття множини системою його підмножин, оптимізація структури обчислювального кластера, транспортні задачі, складання планів і розкладів. Їх математичні постановки добре описані у відповідних джерелах літератури [7].

До традиційних методів вирішення задач ДО відносять алгоритми, які будуються на основі властивостей цільової функції і обмежень. Найбільш відомі [8]: симплекс - метод для вирішення задач цілочисленної оптимізації з лінійними обмеженнями; група методів послідовного аналізу та відсіювання варіантів, який є розвитком методу «гілок і меж» для задачі дискретної оптимізації з неспадними цільовими функціями, і дозволяє з аналізу деякого числа варіантів відкидати більше число, послідовно зменшуючи множину варіантів до розмірів, задовільних для використання прямого перебору.

Це - так звані точні методи. Паралельно розвивалися наближенні методи - локальна оптимізація, евристичні процедури, що максимально враховують специфіку розв'язуваних задач, метод вектора спаду, методи випадкового пошуку й інші [6].

Рішення більшості прикладних проблем, пов'язаних із завданнями вибору, управління і проектування, полягає в побудові математичної моделі, в якій відображається взаємозв'язок найбільш важливих і суттєвих для розв'язуваної задачі характеристик об'єкта дослідження. В якості об'єкта дослідження може виступати, наприклад, технічний пристрій, фізичний чи технологічний процес, економічна система і т.п. Подібні об'єкти дослідження можуть бути охарактеризовані сукупністю суттєвих властивостей, які можуть бути об'єктивно виміряні.

Рішення задач дискретної оптимізації пов'язані з труднощами принципового характеру - повний перебір точок допустимої множини, як правило, нездійснений через занадто великий обсяг обчислювальної роботи. Існують різні евристичні прийоми скорочення перебору в задачах дискретної оптимізації. Задача дискретної оптимізації - це задача знаходження екстремуму функції заданої на дискретній множини точок. Якщо область визначення функції складається з кінцевого числа точок, то задачу ДО можна вирішити перебором всієї множини, проте методи перебору не ефективні.

Одним з підходів до вирішення такого типу задач є використання апарату штучних нейронних мереж (ШНМ). Теорія нейронних мереж є перспективним напрямком математики та інформатики. Багато вчених проводили теоретичні та практичні дослідження, щодо створення нейронних мереж з різною динамікою для вирішення завдань лінійної, квадратичної, нелінійної, комбінаторної оптимізації [9]. Методи, засновані на використанні штучних нейронних мереж, дозволяють значно підвищити оперативність рішення даного класу задач, забезпечуючи достатню точність результату [5]. Тому необхідно розробити моделі та алгоритми вирішення задачі про мінімальне покриття, яка є класичною задачею оптимізації на основі теорії нейронних мереж.

Література:

1. Акимов О.Е. Дискретная математика. Логика, группы, графы. / О.Е. Акимов – М: изд. дом «Лаборатория базовых знаний», 2003. – 376 с.
2. Балухто А.Н. Нейронные сети, минимизирующие свою энергию, и решение задач целочисленного программирования с булевыми переменными / А.Н. Балухто // Нейрокомпьютеры: разработка. – В: 1997. № 3, 4. – С. 166.
3. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов / Ф.А. Новиков – СПб.: изд. дом «Питер», 2002 г.– 304 с..
4. Рихтер К. Динамические задачи дискретной оптимизации: Пер. с нем. / К. Рихтер. – М.: Радио и связь, 1985. – 136 с.
5. Свами М. Графы, сети и алгоритмы / М. Свами, К. Тхуласиларман. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984.-455 с
6. Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации / И.В. Сергиенко. – К.: Наукова думка, 1988. – 65 с.
7. Скобцов Ю.А. Основы эволюционных вычислений. Учебное пособие / Ю.А. Скобцов. – Донецк: ДонНИУ, 2008.
8. Струченков В.И. Методы оптимизации. Основы теории, задачи, обучающие компьютерные программы. / В.И. Струченков. – М.: Издательство «Экзамен», 2005. – 256 с.
9. Струченков В.И. Методы оптимизации. Основы теории, задачи, обучающие компьютерные программы: Учебное пособие / В.И. Струченков – М.: Издательство «Экзамен», 2005. – 256 с.

УДК 004.9; 004.738.5

Біловус Д. - ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **METEOR JS**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Bilovus D.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **METEOR JS**

Supervisor: Majevskiy A.

Ключові слова: Meteor, JavaScript, веб-додаток, платформа, шаблон, браузер

Keywords: Meteor, JavaScript, web-application, framework, pattern, browser

При стрімкому розвитку мережі Інтернет постає завдання вчасної доставки даних до користувачів. На жаль, веб-технологія не повністю задовольняє цей попит на доступ в режимі реального часу. Доступ до даних швидко стандартизується в рамках декількох класів об'єктно-реляційного відображення (Object-Relational Mapping), але для зв'язку в реальному часі потрібне інше рішення, наприклад платформа Meteor JS.

Meteor - це JavaScript-платформа, призначена для автоматизації та спрощення розробки веб-додатків, що діють у режимі реального часу. Вона керує зв'язком у реальному часі, використовуючи протокол Distributed Data Protocol (DDP), який підтримується сучасними браузерами за допомогою WebSockets, а браузерами більш ранніх версій - за допомогою механізму long polling Asynchronous JavaScript та XML (Ajax). В обох випадках зв'язок між браузером і сервером залишається прозорим.

Протокол DDP призначений для роботи з колекціями документів JavaScript Serialized Object Notation (JSON), що дозволяє легко створювати, оновлювати, видаляти, запитувати і, звичайно, переглядати документи JSON. Оскільки DDP – це протокол з відкритим вихідним кодом, він повинен працювати з будь-яким клієнтом або сховищем даних. По замовчуванню він працює з MongoDB.

Фактично, Meteor забезпечує дві бази даних MongoDB: буферну базу даних з боку клієнта і базу даних MongoDB з боку сервера. Коли користувач вносить зміни в дані – код JavaScript, що виконується в браузері, оновлює відповідний запис у локальній базі даних MongoDB, а потім робить запит DDP до сервера. Код обробляється негайно. В цей час дані на сервері оновлюються у фоновому режимі. Якщо операція на сервері не вдалася, то код JavaScript на стороні клієнта негайно коригує дані відповідно до останньої відповіді сервера. Це коректування називається компенсацією затримки і забезпечує додаткове відчуття швидкодії у користувача.

В основі Meteor особливе місце займає система шаблонів, яка націлена на спрощення зв'язку в режимі реального часу. На більшості веб-платформ в код можна легко вписувати мову гіпертекстової розмітки. Це дозволяє легко вставляти в сторінки динамічні значення з бази даних. Після цього система повинна стежити за змінами даних і оновлювати розмітку. Однак система шаблонів в Meteor реєструє, до яких саме даних зверталися через шаблон, і автоматично виконує зворотні виклики, змінюючи цей HTML-код при зміні відповідних даних, що робить шаблони реального часу простими і швидкими.

УДК 004.891

Горобець Ю. – ст. гр. СНМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПОШУКОВА ОПТИМІЗАЦІЯ САЙТУ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Козак Р.О.

Horobets.Y.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **SEARCH ENGINE OPTIMIZATION**

Supervisor: Kozak R.

Ключові слова: пошукові системи, методи оптимізації

Keywords: search engines, optimization methods

Пошукова оптимізація (search engine optimization, SEO) — процес корегування html-коду, текстового наповнення (контенту), структури сайту, контроль зовнішніх чинників для відповідності вимогам алгоритму пошукових систем, з метою підняття позиції сайту в результатах пошуку у пошукових системах по певних запитах користувачів.

Пошукова система враховує наступні параметри сайту при обчисленні його релевантності (ступені відповідності введеному запиту): частота ключових слів, складні алгоритми сучасних пошукачів дозволяють проводити семантичний аналіз тексту, щоб відсіяти пошуковий спам, коли ключове слово зустрічається дуже часто (більше 7-8 відсотків від всього вмісту) на сторінці; індекс цитування сайту, або кількість ресурсів, що посилаються на даний сайт; багатьма пошукачами не враховуються зворотні посилання (один на одного), також важливо, щоб посилання були з сайтів тієї ж тематики, що і розкручуваний сайт. Відповідно, робота по оптимізації включає роботу з внутрішніми чинниками - приведення тексту і розмітки сторінок у відповідність з вибраними запитами, поліпшення якості і кількості тексту на сайті, оптимізація структури, навігації і внутрішніх посилань сайту, а також зовнішніми чинниками - обмін посиланнями, реєстрація в каталогах та інші.

Методи оптимізації можна розділити на три класи.

«Біла» оптимізація. Білою називається оптимізація ресурса без застосування офіційно заборонених пошуковими системами методів розкручування ресурсу.

«Сіра» оптимізація. Під сірим SEO розуміється, що веб-майстер, який займається просуванням ресурсу так чи інакше зачіпає методи, заборонені пошуковими системами, — наприклад, використовує лінкатори, взаємний обмін посиланнями, купує посилання з інших ресурсів, бере участь в автоматичній накрутці лічильників і т.п. Також до сірих методів відноситься перенасичення тексту ключовими словами, що йде на шкоду його читабельності, агрегація (тобто крадіжка) стороннього контенту.

«Чорна» оптимізація. Чорна оптимізація зазвичай представляється як використання дорвеїв — сторінок і ресурсів, створених (часто автоматично) спеціально для роботів пошукових систем. У теорії людина не повинна читати текст, який розміщений на дорвеї, оскільки він є безглуздим набором з ключових слів і популярних запитів. Методи розкручування дорвеїв — це порушення всіх правил пошукових систем, це безладний спам по будь-яких чужих ресурсах (гостьовим книгам, форумам, каталогам, блогам, вікі-сайтам, і т. д.), де може залишитися посилання на дорвей. Також до чорних методів SEO можна віднести використання так званого прихованого тексту на сторінках сайту. Для користувачів даний текст не видно, проте пошукові роботи легко його індексують. Зазвичай в прихованому тексті містяться ключові слова для додання «ваги» сторінці, що оптимізується.

УДК 004.896

Гураль І. – ст. гр. СНМ-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПОШУК**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Козак Р.О.

Hural I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **INFORMATION SEARCH**

Supervisor: Kozak R.

Ключові слова: пошукові системи, ранжування, інформація

Keywords: search engines, ranking, information

Пошукові системи можна порівняти з довідковою службою, агенти якої відвідують підприємства, збираючи інформацію в базу даних. При зверненні в службу інформація видається саме з цієї бази. Оскільки дані з часом старіють, агенти їх оновлюють. Деякі підприємства самі присилають інформацію про себе, і тому агентам немає потреби приходити до них. Довідкова служба має дві функції: створення і постійне оновлення даних в базі і пошук інформації в базі за запитом клієнта.

Аналогічно, пошукова система складається з двох частин: так званого робота (павука), який обходить сервери Мережі і формує базу даних пошукового механізму.

База робота в основному формується самим роботом (він сам знаходить посилання на нові ресурси) і меншою мірою – власниками ресурсів, які реєструють свої сайти в пошуковій машині. Крім робота (мережевого агента, павука, черв'яка), який формує базу даних існує і програма, яка визначає рейтинг знайдених посилань.

Принцип роботи пошукової системи зводиться до організації пошуку у власному внутрішньому каталозі (базі даних) за ключовими словами, які вказуються користувачем у полі запиту, і повертає список посилань, рангований за релевантністю.

Релевантність – відповідність знайденого в процесі пошуку документа до зробленого запиту. При цьому пошукові системи аналізують розташування знайдених ключових слів в документі (заголовку або тексті), число повторень ключових слів, їх взаємне розташування в документі.

Найбільш точно відібрані документи розташовуються на початку списку документів, що знайдені в процесі пошуку. Для ранжування знайдених документів використовують наступні показники:

- розташування ключового слова на сторінці (keyword prominence) – показник, що визначає, як близько від початку документа знаходиться задане ключове слово. Як правило, чим ближче до початку сторінки розташовується ключове слово, тим точніше документ відповідає запиту;
- частота ключового слова (keyword frequency) – показник, що враховує абсолютну частоту використання ключових слів (скільки разів зустрічається дане ключове слово на сторінці). Найбільшу «вагу» при ранжуванні документів мають слова, що розташовані в заголовку сторінки (так званий титул, він міститься між тегамі title). Саме цей заголовок відображається в рядку заголовка браузера при перегляді сторінки, і слова, що там вказані мають найбільшу цінність (вагу) для пошукової системи.

- деякі пошукові системи при ранжуванні враховують індекс цитування – кількість посилань в Інтернеті, що вказують на конкретний сайт. Чим їх є більше, тим вищим є індекс цитування.

Результати пошуку за допомогою різних пошукових систем будуть відрізнятися. Це пояснюється тим, що в кожній пошуковій системі застосовуються різні алгоритми індексації, різна періодичність оновлення інформації в базі даних, охоплюється різний простір навколишніх серверів, і відповідно індексується різне число документів.

Варто відмітити, що, опрацьовуючи певний запит, пошукова система оперує саме внутрішніми ресурсами (а не блукає по мережі, як часто вважають користувачі), а внутрішні ресурси обмежені. Незважаючи на постійне оновлення бази даних пошукової системи, пошукова машина не може проіндексувати всі веб-документи: їх кількість надто велика. Тому завжди існує ймовірність, що шуканий ресурс просто невідомий конкретній пошуковій системі.

Проблема неповного пошуку полягає не тільки в обмеженості внутрішніх ресурсів пошуковика, а і в тому, що швидкість робота обмежена, а кількість нових веб-документів постійно зростає. Збільшення внутрішніх ресурсів пошукової машини не може повністю вирішити проблему, оскільки швидкість обходу ресурсів роботом обмежена.

При цьому неправильним є думка, що пошукова система містить копію вихідних ресурсів Інтернету. Повна інформація (вихідні документи) зберігаються далеко не завжди, найчастіше зберігається лише їх частина – так званий індексований список, або індекс, який набагато компактніший тексту документів і дозволяє швидше відповідати на пошукові запити.

Для побудови індексу вихідні дані перетворюються таким чином, щоб об'єм бази був мінімальним, а пошук здійснювався дуже швидко і надавав максимум корисної інформації. Умовним паперовим аналогом індексованого списку може бути конкорданс, тобто словник, в якому в алфавітному порядку перелічені слова, які вживає певний автор, а також подані на них посилання і частота їх вживання. Очевидно, що конкорданс (словник) суттєво компактніший самого тексту і знайти необхідне слово у ньому набагато простіше, ніж переглядати всю книгу з надією знайти відповідне слово.

УДК 004.891; 004.942

Пасікова Т.- ст.гр. СНм-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПАРАЛЕЛЬНІ ОБЧИСЛЕННЯ**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Pasikova T.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **PARALLEL COMPUTING**

Supervisor: Majeviskiy A.

Ключові слова: графічний процесор, обчислення.

Keywords: GPU, computing.

Паралельні обчислення – форма обчислень, в якій багато розрахунків виконуються одночасно, вона виконується за принципом: великі проблеми часто

можуть бути розділені на більш дрібні, які потім можна вирішити водночас (паралельно).

Паралельні комп'ютери можна умовно класифікувати відповідно до рівня, на якому обладнання підтримує паралелізм. Є кілька різних форм паралельних обчислень: на бітовому рівні, рівні інструкцій, рівні даних і паралелізм завдань. Спеціалізовані паралельні комп'ютерні архітектури іноді використовуються поряд з традиційними процесорами, для прискорення виконання конкретних завдань.

Паралелізм використовують протягом багатьох років, в основному в областях високопродуктивних обчислень. Але останнім часом цікавість до нього зросла через фізичні обмеження масштабування частоти. Паралельні обчислення стали домінуючою парадигмою в архітектурі комп'ютера, в основному у багатоядерних процесорів.

Напрямок обчислень еволюціонує від «централізованої обробки даних» на центральному процесорі до «спільної обробки» на CPU і GPU. Для реалізації нової обчислювальної парадигми компанія NVIDIA винайшла архітектуру паралельних обчислень CUDA, на даний момент представлена в графічних процесорах GeForce, ION, Quadro і Tesla і забезпечує необхідну базу розробникам ПЗ. В останні роки на зміну графічним API в GPGPU прийшли програмні системи, призначені саме для обчислень – CUDA, DirectCompute, OpenCL. Тепер саме вони чинять сильний зворотній вплив на графічні додатки. Так, візуальні ефекти в багатьох сучасних іграх засновані на чисельному вирішенні диференціальних рівнянь в реальному часі за допомогою GPU.

CUDA (Compute Unified Device Architecture) — технологія [GPGPU](#), що дозволяє програмістам реалізовувати мовою програмування [C](#) алгоритми, що виконуватимуться на графічних процесорах Geforce восьмого покоління і вище ([Geforce 8 Series](#), [Geforce 9 Series](#), [Geforce 200 Series](#)), Nvidia Quadro і Tesla компанії Nvidia.

CUDA дає розробникові можливість на свій розсуд організувати доступ до набору інструкцій графічного прискорювача і керує його пам'яттю, організувати на ньому складні паралельні обчислення. Графічний процесор з підтримкою CUDA стає потужною програмованою відкритою архітектурою подібно до сьогоденних центральних процесорів.

GPU найбільш ефективні при вирішенні задач, що володіють паралелізмом по даних, число арифметичних операцій в яких більше порівняно з операціями над пам'яттю. Наприклад, в 3D-рендерингу паралелізм по даних виражається в розподіленні по потоках обробки окремих вершин. Аналогічно, обробка зображень, кодування і декодування відео і розпізнавання образів легко діляться на підзадачі над блоками зображень і пік селів. Більш того, багато задач, не пов'язаних з графікою, також володіють паралелізмом по даних: обробка сигналів, фізика, фінансовий аналіз, обчислювальна біологія.

УДК 004.318

Ніколаєнко С. - ст. гр. СНМ-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОДУКТИВНІСТЬ МОБІЛЬНИХ ПРОЦЕСОРІВ У ВІДПОВІДНОСТІ ДО ЛІТОГРАФІЇ**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Nikolaienko S.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **PERFORMANCE MOBILE PROCESSORS ACCORDING TO LITHOGRAPHY**

Supervisor: Majevskiy A.

Ключові слова: процесор, тестування.

Keywords: processor, testing.

Останніми десятиліттями комп'ютери посідають все важливішу роль в житті людини. Важко знайти хоча б одну сферу людської діяльності, де б не застосовувалися дані пристрої. Проте мозком та керуючим пристроєм усіх електронно-обчислювальних машин є мікропроцесор.

До основних параметрів, що визначають продуктивність процесорів відносять: тактову частоту, частоту системної шини, об'єм кеш-пам'яті, мікроархітектуру, енергоспоживання, норми літографічного процесу, використовуваного при виробництві, розрядність, кількість ядер і потоків, та багато інших. Проте одним із найважливіших є літографія (технологічний процес виробництва), що безпосередньо впливає на всі інші параметри. Саме норми технологічного процесу впливають на максимальну тактову частоту центрального процесора, кількість, розміри та щільність розміщення транзисторів – основного структурного елемента процесора, споживану потужність, розсіювану потужність у вигляді тепла. На сьогоднішній день існують центральні процесори, виготовлені за допомогою 32-нм та 22-нм технології, але вдосконалення літографічних норм, в сторону зменшення, та використання нових матеріалів призводять до появи багатьох проблем, які методом проб та помилок вирішуються роками.

Саме тому робота присвячена дослідженню продуктивності центральних процесорів в залежності від технологічного процесу виробництва.

Було проаналізовано особливості 45-нм, 32-нм та 22-нм технологічного процесу, проведено дослідження продуктивності мобільних процесорів в залежності від технологічного процесу виробництва, а саме визначенню швидкодії центральних процесорів у 3D рендерингу, архівуванні файлів, кодуванні відео високої роздільної здатності, шифруванні даних, в простих та складних математичних операціях. Також було проаналізовано температурні характеристики ЦП, виготовлених згідно норм 45-нм, 32-нм та 22-нм технологічного процесу.

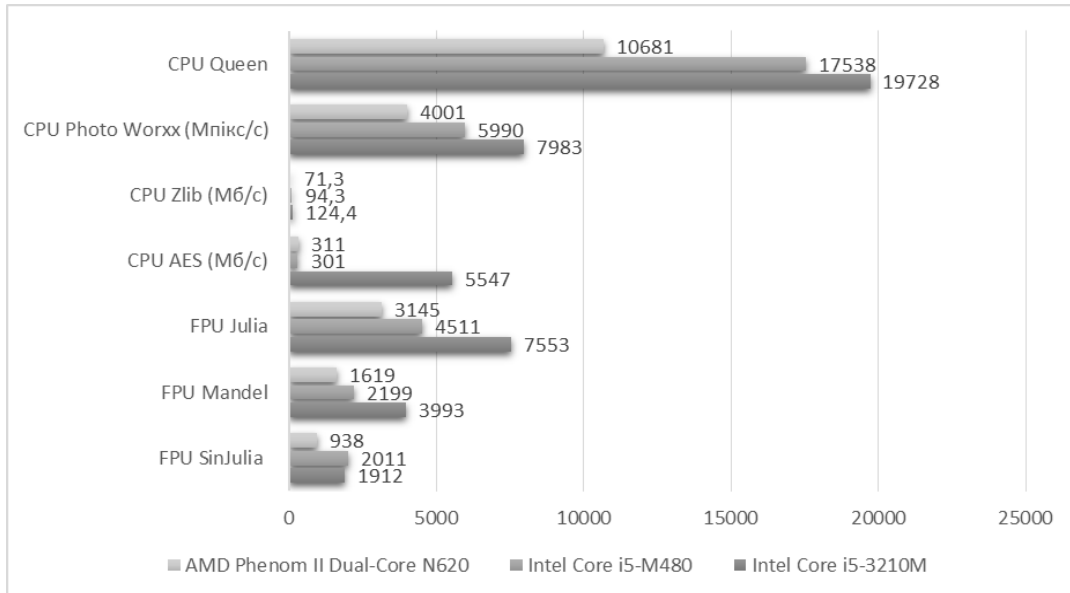
Для реалізації даного проекту було підібрано три центральних процесори із різними технічними характеристиками, а саме: Intel Core i5-3210M, Intel Core i5-M480, **AMD Phenom II Dual-Core Mobile N620**.

Внаслідок проведеного дослідження було визначено, що перехід від 45-нм техпроцесу до 32-нм призвів в деякій мірі до значного збільшення швидкодії, а також

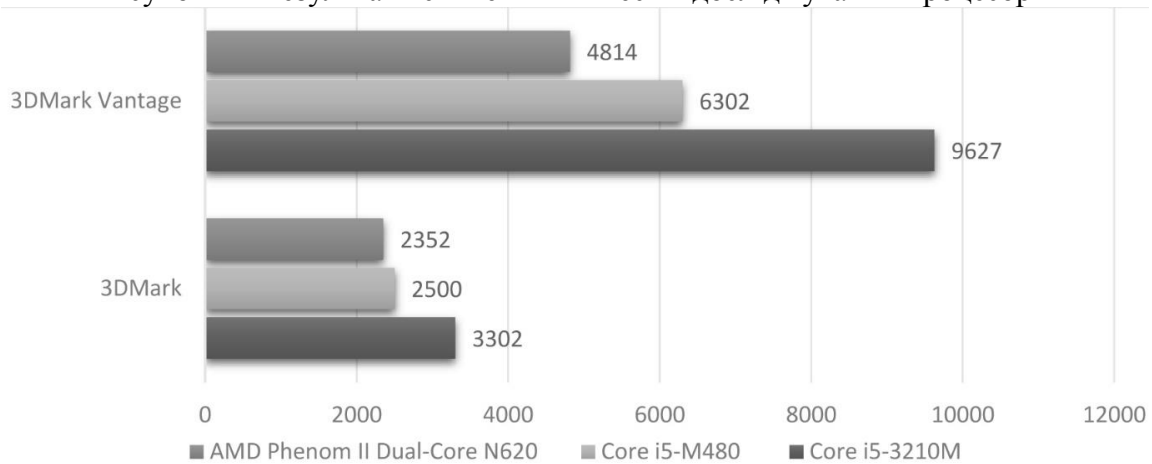


покращення температурних характеристик. Техпроцес 22-нм є революційним стосовно виробництва, якщо його порівнювати із 32-нм та 45-нм, завдяки використанню тривимірної структури затвора транзистора. Дані нововведення позитивно посприяли на енергоефективність і як наслідок – температурні характеристики ЦП.

**Результати синтетичних тестів досліджуваних процесів наведено на рисунках 1 і 2.**



**Рисунок 1 – Результати синтетичних тестів досліджуваних процесорів**



**Рисунок 2– Результати синтетичних тестів досліджуваних процесорів**

Грунтуючись на отриманих результатах, можна зробити висновок, що технологічний процес виробництва центральних процесорів в сторону зменшення позитивно впливає на їх швидкодію, а також температурні характеристики. А саме було визначено, що перехід від 45-нм техпроцесу до 32-нм призвів до значного збільшення швидкодії, а також покращення температурних характеристик. Техпроцес 22-нм є революційним стосовно виробництва, якщо його порівнювати із 32-нм та 45-нм, завдяки використанню тривимірної структури затвора транзистора. Дані нововведення позитивно посприяли на енергоефективність і як наслідок – температурні характеристики ЦП. Встановлено, що в середньому перехід призвів до підвищення швидкодії на 25-35% в порівнянні з попереднім технологічним процесом. У виконанні певних задач рівень продуктивності практично рівний.

УДК 004.891

Мулярчук Б. – ст. гр. СНм-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВЕБІНАР**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Козак Р.О.

Muliarchuk B.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **WEBINAR**

Supervisor: Kozak R.

Ключові слова: вебінар, навчання.

Keywords: webinar, education.

Інформаційне суспільство, як суспільство економіки знань, вимагає від його членів «нового мислення та дій», інноваційних та альтернативних підходів, продуктивної діяльності в групах, професійної та географічної мобільності, і як наслідок, систематичного і ефективного навчання протягом всього життя.

Традиційними формами проведення занять у вищих навчальних закладах залишаються: лекції, семінарські заняття, лабораторні та практичні роботи. Контрольні форми: заліки та іспити, захист курсових та дипломних проектів. Для їх проведення можна широко використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ): мультимедійні презентації, блоги, Вікі-Вікі, геоінформаційні сервіси, вебкасти, віртуальні світи тощо.

Вебінар – це технологія, яка дозволяє в повній мірі відтворити умови спільної форми організації навчання, а саме семінарського, лабораторного занять, лекцій, використовуючи засоби аудіо-, відеообміну даними та спільної роботи з різноманітними об'єктами, незважаючи на те, що його учасники можуть фізично знаходитися в різних місцях. Таким чином створюється віртуальна «аудиторія», що об'єднує всіх учасників вебінару. Вебінаром можна вважати віртуальний семінар, організований за допомогою Інтернет-технологій. Вебінар має головну ознаку семінару – інтерактивність, яка може бути забезпечена за допомогою моделі: доповідач – слухачі, які ставлять питання та обговорюють їх, при чому в ролі доповідача може бути як викладач так і студент, залежно від ролі, яку він має виконувати за сценарієм проведення такого семінару.

Вебінар має всі переваги традиційного семінару, крім можливості особистого спілкування між слухачами, а також живого спілкування між слухачами та доповідачем. Разом з тим вебінари мають такі переваги: висока доступність для «відвідування» слухачами; значна економія часу на організацію; зручність для «відвідувачів» сприйняття відомостей та знань у звичній обстановці, без зайвих шумів тощо; інтерактивна взаємодія між доповідачем та слухачами, також слухачами між собою тощо.

Підсумовуючи доцільно зазначити, що дистанційні технології та їх інноваційні інструменти безумовно будуть інтегруватися у навчальний процес та видозмінювати його, більш того, будуть активно впливати на зміст, методи та організаційні форми навчальної діяльності.

УДК 004.4'22

Кіянський В. – ст. гр. СНМ-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВЕБ - ПРОДУКТИ**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Kiyanskii V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **WEB PRODUCTS**

Supervisor: Majeviskiy A.

Ключові слова: веб, Інтернет, користувач.

Keywords: web, Internet, user.

Веб – найсучасніший, найшвидший і глобальний спосіб поширення інформації. За допомогою вебу будь-яка думка, ідея, будь-яка гіпотеза може миттєво поширитися на весь світ. Веб - це найбільше сховище знань, яке коли небудь було доступно людині. Але, насправді веб знаходиться тільки лише на початковій стадії свого розвитку. Не дивлячись на це, через всього лише 20 років з моменту свого зародження, веб зміг досягти успіху.

Популярна концепція розвитку вебу – створення семантичної павутини. Семантична павутина – це надбудова над існуючою Всесвітньою павутиною, яка покликана зробити розміщену в мережі інформацію доступнішою для комп'ютерів. Семантична павутина - це концепція мережі, в якій кожен ресурс людською мовою був би забезпечений описом, зрозумілим комп'ютеру. Семантична павутина відкриває доступ до чітко структурованої інформації для будь-яких додатків, незалежно від платформи і незалежно від мов програмування. Програми зможуть самі знаходити потрібні ресурси, обробляти інформацію, класифікувати дані, виявляти логічні зв'язки, робити висновки і навіть ухвалювати рішення на основі цих висновків. При широкому поширенні і грамотному впровадженні семантична павутина може викликати революцію в Інтернеті. Для створення зрозумілого комп'ютеру опису ресурсу, в семантичній павутині використовується формат RDF (Resource Description Framework), в основу якого покладено синтаксис XML і використовує ідентифікатори URI для позначення ресурсів. Новинки в цій галузі – це RDFS (RDF Schema) і SPARQL (Protocol And RDF Query Language) – мова запитів для швидкого доступу до даних RDF.

Для покращення візуального сприйняття вебу широко використовується технологія CSS, яка дозволяє задавати єдині стилі оформлення для множини веб-сторінок. Ще одне нововведення, на яке варто звернути увагу, – система позначення ресурсів URN (Uniform Resource Name).

На сьогоднішній день існують величезні розважальні портали, новинні сервіси, інформаційні сервіси про культуру, наукові спільноти, урядові організації. Бурхливий розвиток Інтернет-технологій як в телекомунікаційній площині, так і в області програмування дають все нові і нові можливості для веб. Хоча, звичайно, іноді хотілося б, щоб деякі технології розвивалися трохи швидше. Технології, які всього кілька років

тому вважалися фантастичними (наприклад, Google Web Fonts), зараз використовуються повсюдно. Однак ця велика кількість можливостей не дає відповіді на питання про те, як створити успішний Інтернет-сервіс.

Абсолютно ясно, що в основі повинна лежати хороша ідея, яку необхідно грамотно реалізувати. Головний критерій оцінки успішності продукту є його затребуваність. Постає питання: яким чином створити затребуваний продукт?

Перше - простота освоєння. Це не говорить про те, що продукт має бути примітивним. Користувач повинен легко освоювати керування продуктом.

Друге - корисність. Успішний продукт повинен задовольняти потреби користувачів.

Третє - доступність. Доступність і корисність продукту – це різні речі. Користувач може відмовитися від використання навіть дуже корисного продукту, якщо зіткнеться з труднощами при доступі до нього або при інсталяції. Доступність пов'язана з зазначенням найкоротшого шляху до продукту, а корисність - безпосередньо з функціями продукту і його контентом. Щоб уникнути проблем, пов'язаних з доступністю, розробникам необхідно брати до уваги те, в якій ситуації користувач вперше стикається з їх продуктом і як це може вплинути на процес інсталяції.

Четверта - привабливість. До цього моменту проаналізовано тільки когнітивні, тобто раціональні аспекти користувацького досвіду. На відміну від них привабливість відноситься до емоційної сфери. Найчастіше зручні і функціональні продукти не знаходять попиту на ринку просто тому, що вони недостатньо привабливі для користувачів.

Перспективи розвитку вебу: в даний час намітилися два напрямки в розвитку Всесвітньої павутини: семантична павутина і соціальна павутина.

Семантична павутина, передбачає поліпшення зв'язності і релевантності інформації у Всесвітній павутині через введення нових форматів метаданих.

Соціальна павутина, покладається на користувачів, що виконують впорядкування наявної в мережі інформації.

В рамках другого напрямку напрацювання, які є частиною семантичної павутини, активно використовуються інструменти (RSS та інші формати веб-каналів, OPML, мікроформати XHTML). Частково синтезовані ділянки дерева категорій «Вікіпедії» допомагають користувачам усвідомлено переміщатися в інформаційному просторі, проте, дуже м'які вимоги до під-категорій не дають підстав сподіватися на розширення таких ділянок. У зв'язку з цим інтерес можуть представляти спроби складання атласів Знання.

Як видно, завдання створення успішного продукту не настільки тривіальне, як може здатися на перший погляд. Можна найняти кращих програмістів, використовувати найкращі дата-центри, але всі зусилля зійдуть нанівець, якщо буде неправильно спроектовано взаємодію користувача з продуктом.

УДК 004.891

Жбанов Є. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПОШУКОВА ОПТИМІЗАЦІЯ САЙТУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Мацюк О.В.

Zhbanov E.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **SEARCH ENGINES OPTIMIZATION**

Supervisor: Matsiuk O.

Ключові слова: пошукові системи, оптимізація

Keywords: search engines, optimization, SEO

Пошукова оптимізація з'явилась одночасно із появою та розвитком пошукових систем. Перші технології оптимізації полягали в коригуванні вмісту та мета-тегів сторінок. Внаслідок таких маніпуляцій, перші місця у пошуку стали займати сайти, які не містили корисного змістового навантаження для людини, а лише популярні пошукові запити. У той час пошукові системи приймали за найбільший пріоритет текст на сторінці та інші внутрішні чинники. Ці чинники піддавались легкому корегуванню власниками сайтів. Це привело до того, що у видачі багатьох пошукових систем перші декілька сторінок зайняли «сміттєві сайти», що не несли користувачу інформативності відносно його запиту. Цей факт значно понизив якість роботи пошукачів і це відобразилося в занепаді багатьох із них. З появою технології PageRank, до пріоритетів оцінювання стали додаватися зовнішні чинники, що допомогли Google вийти в лідери пошуку світового масштабу, ускладнивши оптимізацію методом маніпуляцій лише вмістом сторінок.

Пошукова оптимізація розвивається одночасно з пошуковими системами, і в сучасних результатах пошуку також можна бачити все більше комерційних сторінок та сайтів, яким була штучно надана релевантність та популярність. Найбільше це стосується комерційно привабливих запитів. По деяким запитам навіть іноді проводяться змагання оптимізаторів. Для цього обирається запит, наприклад: «створення сайтів» в українській частині Інтернету і кожен учасник змагань повинен «просунути» свій сайт вище інших. Зараз стає актуальним проводити конкурси з просування на перші місця запитів, які були створені спеціально для змагання, наприклад «97л4987м» чи «синя катапульта». Це надає всім учасникам однакові умови для старту.

Методи оптимізації можна розділити на три класи: біла, сіра та чорна оптимізації. Але на сьогодні світ пошукових систем дає зрозуміти, що цей поділ є умовним, оскільки будь-яка маніпуляція певними параметрами сайту може бути розцінена пошуковою системою як небажаний вплив на результати видачі. Таким чином, будь-яка спроба маніпуляції результатами пошукових запитів прямо заборонена в ліцензіях на використання багатьох пошукових систем, наприклад таких як «Яндекс» та «Google».

Біла оптимізація — оптимізаторська робота над ресурсом без застосування офіційно заборонених кожною пошуковою системою методів розкручування ресурсу, тобто без впливу на пошукові алгоритми сайтів. Вона включає в себе роботу над самим

сайтом, а саме над внутрішньою навігацією і вмістом, і роботу з зовнішнім середовищем сайту, тобто просуванням оптимізованого сайту шляхом оглядів, прес-релізів, реєстрації в соціальних закладках з посиланнями на сайт.

До сірої пошукової оптимізації можна віднести додавання великої кількості ключових слів в текст сторінки, часто з втратою інформативності для людини.

Сіра оптимізація відрізняється від чорної тим, що вона офіційно не заборонена, але її використання все одно може бути розцінено як неприродне завищення популярності сайту. Деякі пошукові системи, наприклад, Google та Яндекс, можуть тимчасово або назавжди заблокувати такий сайт. Тобто, кінцеве рішення про те, чи є методи просування законними чи ні, приймає фахівець — модератор пошукової системи, а не програма.

До чорної оптимізації відносяться всі методи, які суперечать правилам пошукових систем. Серед них можна виділити наступні: використання дорвеїв (сторінок і ресурсів, створених спеціально для роботів пошукових систем, найчастіше з великою кількістю ключових слів на сторінці), прийом під назвою клоакінг (користувачеві віддається одна сторінка, що легко читається, а пошуковому роботу — інша, оптимізована під будь-які запити), використання прихованого тексту на сторінках сайту, використання «однопиксельних посилань».

«Білі» оптимізатори і маркетологи користуються рекомендаціями пошукових систем по створенню «хороших» сайтів. Таким чином, просувають сайт, не порушуючи правил пошукових систем.

Серед методів зовнішньої пошукової оптимізації можна виділити наступні:

- реєстрація в самостійних каталогах. Вона може здійснюватися вручну, або за допомогою спеціальних ресурсів;
- реєстрація в каталогах пошукових систем таких як: Top 100, каталог DMOZ (AOL), каталог Апорту, каталог Yahoo та інші;
- обмін посиланнями;
- розміщення статей;
- соціальні мережі;
- прес-релізи;
- створення та ведення блогів.

Обмін посиланнями можна розділити на прямий, кільцевий та односторонній (купівля посилань). Для односторонніх посилань використовують такі джерела, як соціальні мережі, блоги та статті на тематичних сайтах.

УДК 004.4'2;004.43

Ваверчак А. – ст. гр. СНМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗГОРТАННЯ WEB-СТОРИНОК**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Vaverchak A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DEPLOYING WEB-PAGE**

Supervisor: Majevskiy A.

Ключові слова: веб, веб-сайт, розгортання Web-сторінок.

Keywords: web, website, deploying Web-page.

Створення Web-сайту починається із створення інформаційної моделі сайту, тому в технічному завданні на створення офіційного Web-сайту необхідно сформулювати вимоги до інформаційного наповнення, завдання, що мають бути вирішені через створення офіційного сайту.

Будь-яку офіційну Web-сторінку можна оцінити за двома параметрами: зміст та зовнішній вигляд. Проте спочатку треба вирішити, яку інформацію потрібно на ній розмістити. Необхідно детально проаналізувати, скільки і якої інформації треба подати на офіційній Web-сторінці.

Офіційна Web-сторінка має стати одним із зручних механізмів взаємодії з громадянами, суб'єктами підприємницької діяльності, державними органами та іншими членами світової спільноти. Тому на офіційній Web-сторінці мають бути посилання на велику кількість різномірних документів. Всі ці документи та зв'язки між ними у сукупності називаються Web-сайтом. Розгортання Web-сторінки у Web-сайт – це звичайна практика вирішення проблеми “інформаційного перевантаження” сторінки.

Існують дві важливі причини для розгортання Web-сторінки у Web-сайт. По-перше, так відвідувачам легше знайти ту інформацію, яка їм потрібна. Наприклад, якщо Web-сторінку відвідує бухгалтер або бізнесмен, він навряд чи захоче чекати, поки завантажиться вся фотогалерея. Йому потрібні документи, пов'язані з оподаткуванням (податкове законодавство, податкова звітність тощо – матеріали, які будуть корисні для бухгалтера в роботі). Якщо сайт розбитий на декілька сторінок, відвідувач зможе вибрати тільки ту інформацію, яку він шукав. Тому розгортання Web-сторінки у Web-сайт зекономить його час та свідчить про повагу до нього, про професійний рівень.

Друга причина має технічний характер. За наявності декількох документів з'являється можливість вводити більше цікавої графіки і детальної інформації. Якщо до Web-сторінки, яка перевантажена графікою та мультимедійними файлами, ще щонебудь додати, її буде важко читати. Коли розділяють офіційну сторінку на окремі Web-сторінки, можна збільшити в кілька разів кількість графіки і різного роду мультимедіа.

Основна причина розділення – сайт легше підтримувати і оновлювати. У добре організованому Web-сайті легше оновлювати будь-яку інформацію.

УДК 004.891

Железняк Х. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В МІСТІ ЗБОРІВ**

Науковий керівник: к. т. н., доц. Загородна Н. В.

Zhelezniak K.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **METHODS OF ANALYSIS OF ELECTRICITY LOAD IN ZBORIV CITY**

Supervisor: Zagordna N.

Ключові слова: статистика, економія, метод статистики.

Keywords: statistics, economics, statistic methods.

В епоху тотального подорожчання комунальних послуг, зокрема електроенергії, актуальним стає питання економії. Для того, щоб правильно визначити заходи економії, потрібно провести детальний аналіз даних по використанню електроенергії з використанням статистичних методів.

Статистика — наука, яка вивчає методи кількісного дослідження масових, зокрема суспільних, явищ і процесів. З іншого боку під статистикою часто розуміють науку, що вивчає кількісну сторону масових явищ і процесів у нерозривному зв'язку з їх якісною стороною. Статистика поділяється на математичну та прикладну.

Методи статистики — це сукупність прийомів, алгоритмів та математичних методик для аналізу предмету дослідження. Методи статистики поділяються на три основні групи: метод масових спостережень, метод угруповань, метод узагальнюючих показників. Нижче наведено три основні етапи статистичного дослідження:

1. На першому етапі за допомогою так званого методу масових спостережень збирають первинні статистичні дані. Основний зміст цього етапу полягає в отриманні даних, що характеризують кожну одиницю спостереження.

2. На другому етапі статистичного дослідження проводять попередню обробку, зведення та угруповання зведених даних. В результаті отримують дані аналізу по сукупності в цілому й окремих її окремих груп. Результати групування і зведення часто подаються у вигляді статистичних таблиць. Основний зміст цього етапу полягає в переході від характеристик кожної одиниці спостереження до зведених характеристик сукупності.

3. На третьому етапі отримані зведені дані аналізують методом узагальнюючих показників (абсолютні, відносні і середні величини, показники варіації, індексні системи, методи математичної статистики, табличний метод, графічний метод). Основний зміст цього етапу полягає у виявленні взаємозв'язків явищ, визначенні закономірностей їх розвитку та здійсненні прогнозних оцінок.

Важливою задачею відділу споживання є виявлення нештатних ситуацій та швидке реагування на них. Шляхом опрацювання отриманих від споживачів відомостей. Попередня оцінка отриманих статистичних даних з Зборів РЕМ показала, що ці дані мають статистичний характер і їх можна досліджувати з використанням теорії стохастично – періодичних процесів.



УДК 004.72

Бачинський І. - ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОГЛЯД АЛГОРИТМІВ АНАЛІЗУ ТРАФІКУ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ**

Науковий керівник: к.т.н. Шингера Н.Я.

Bachynskii I.I

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **REVIEW OF THE COMPUTER NETWORK TRAFFIC ANALYSIS ALGORITHMS**

Supervisor: Shynhera N.Y.

В даний час мережі з пакетною передачею даних мають широке розповсюдження і поступово витісняють системи з комутацією каналів.

Моніторинг та аналіз мережевого трафіку є невід'ємною частиною процесу управління комп'ютерною мережею і використовується для діагностики, тестування і пошуку несправностей, для оптимізації структури інформаційних потоків, а також виявлення і вирішення проблем в забезпеченні безпеки вузлів комп'ютерної мережі та інформації, що циркулює між ними.

Дослідження різних типів мережного трафіка доводять, що він є самоподібним (self-similar) або масштабно інваріантним і фрактальним. Масштабна інваріантність є властивістю процесу зберігати свою поведінку і зовнішні ознаки при розгляді в різному масштабі. З цього випливає, що використовувані методи моделювання і розрахунку мережних систем, засновані на використанні Пуассонівських потоків, не дають точної картини того, що відбувається в мережі.

В реалізації, як правило, присутня деяка кількість викидів при відносно невеликому середньому рівні трафіку. Дане явище погіршує характеристики при проходженні трафіку через вузли мережі. Пакети поступають на вузол не по одному, а цілою «пачкою», що може призводити до їх втрат через обмеженість буферу, розрахованого за класичними методами. Трафік класифікується за такими трьома основними характеристикам: відносна передбачуваність швидкості передачі даних, чутливість трафіку до затримок пакетів, чутливість трафіку до втрат і спотворення пакетів

Аналіз мережевого трафіку може бути здійснений на декількох абстрактних рівнях: на рівні номерів портів, вмісту пакету, потоку, заголовку пакету, на рівні біту (тобто обсягу трафіку).

При цьому характеристики мережевого трафіку на кожному рівні відрізняються, наприклад, на рівні пакету мережевий трафік характеризується розміром пакету і тимчасовим інтервалом між пакетами. А аналіз на рівні біту в основному стосується кількісних характеристик мережі, таких як інтенсивність передачі і пропускна здатність обміну в каналах мережі.

Результати аналізу допоможуть оцінити придатність комп'ютерної мережі до передачі мультимедійних даних, виявити потенційні вузькі місця в мережі з метою їх модернізації, сформулювати пропозиції щодо зміни топології мережі та вводу в експлуатацію нових мережевих технологій таких, як якість обслуговування.

УДК 004.415.5

Било Н. – ст. гр. СІМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ РОЗМЕЖУВАННЯ ДОСТУПУ МЕРЕЖОРІЄНТОВАНИХ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ**

Науковий керівник: к.т.н., доц Осухівська Г.М.

Bylo N.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical*

## **MATHEMATICAL AND SOFTWARE SYSTEMS CONCURRENT ACCESS NETWORK-BASED OPERATING SYSTEM**

Supervisor: prof. Осухівська Г.М.

Ключові слова: методи доступу, розмежування прав.

Keywords: access methods ,permissions

З розвитком інформаційних технологій, покращилися і технології проникнення та несанкціонованого доступу до інформації, тому на сьогоднішній день при розробці систем захисту потрібно враховувати ряд умов, а саме: можливість виконання групами користувачів однакових обов'язків, можливість центрального адміністрування комп'ютерної системи, можливість передачі прав доступу користувачам разом із збереженням чіткого розмежування доступу, тощо. Потрібно також зазначити що одним із найефективніших методів захисту є модель рольової політики, вона прийшла на заміну дискреційній і мандатній. Це аргументується тим що вона як найкраще задовольняє всі вимоги цивільних комп'ютерних систем. Основою рольової політики є групи в UNIX системах, групування привілеїв в системах керування базами даних та концепція розмежування доступу. З математичної точки зору ієрархія – це частковий порядок, що визначає відношення старшинства між ролями. Старші ролі наслідують повноваження молодших, в той час як молодші – користувачів, асоційованих із старшими. Отже, модель ієрархії ролей визначає відношення включення між ролями, яке можна позначити “ $\square\square$ ”.  $R_1 \square\square RR_2$  тільки якщо повноваження  $R_2$  є також повноваженнями  $R_1$ , а користувачі  $R_1$  є також користувачами  $R_2$ . Формально це можна виразити так:

$$\begin{aligned} R_1 \phi R_2 \Rightarrow & (authorized\_privileges(R_2) \subseteq authorized\_privileges(R_1)) \wedge \\ & \wedge (authorized\_users(R_1) \subseteq authorized\_users(R_2)), R_1, R_2 \in \mathbf{R} \\ authorized\_users(R) = & \{U \in \mathbf{U} \mid R' \phi R, (U, R') \in \mathbf{UA}\}, R, R' \in \mathbf{R}, \\ authorized\_privileges(R) = & \{T \in \mathbf{T} \mid R' \phi R, (T, R') \in \mathbf{TA}\}, R, R' \in \mathbf{R}. \end{aligned}$$

Також дану модель можна визначити як багатозначне відношення між множинами користувачів і повноважень, що регламентується набором функціональних обов'язків фізичних користувачів. Не зважаючи на всі свої переваги, досі так і не створена універсальна модель яка б задовольняла усі критерії захисту комп'ютерних

систем. Зазвичай в мережорієнтованих ОС є три основних моделі доступу, це дискреційний, мандатний та на основі ролей.

Дискреційна модель управління доступу DAC. Доступ до системних ресурсів контролюється операційною системою (під контролем системного адміністратора), та дозволяє кожному користувачеві контролювати доступ до своїх даних. Прикладом реалізації даного доступу може бути ситуація коли одночасно в системі присутні як власники, які встановлюють права доступу до своїх об'єктів, так і суперкористувачі, що мають можливість зміни прав для будь-якого об'єкта та/або зміни його власника. Саме такий змішаний варіант реалізований в більшості операційних систем, наприклад Unix або Windows NT. Зокрема у Windows Server 2012 з'явилася нова концепція централізованого управління доступом до файлів і папок Dynamic Access Control. Основна відмінність нової системи від старої системи доступу до файлів і папок Access Control List (ACL - списки контролю доступу), полягає в тому, що за допомогою Dynamic Access Control (DAC) можна керувати доступом на основі практично будь-якого заданого атрибуту і навіть критерію.

Мандатний контроль доступу (MAC) є строгим на всіх рівнях управління і використовує ієрархічний підхід до управління доступом до ресурсів. Одним з видів реалізації мандатного управління доступом для UNIX систем став AppArmor. Його додали в SUSE Linux (в даний час підтримується Novell) і Ubuntu 7.10. AppArmor використовує функцію ядра Linux 2.6 - LSM (інтерфейс Linux Security Modules). LSM забезпечує API ядра, що дає можливість модулям ядра керувати контролем доступу. У Windows даний тип доступу реалізований примусовим контролем цілісності (MIC). Примусовий контроль цілісності (MIC) це функція ядра безпеки в Windows Vista і наступних поколінь систем Windows, яка додає *рівні цілісності* (IL) та ізолює робочі процеси. IL представляє рівень надійності об'єкта. Мета цього механізму полягає у використанні вже існуючої політики контролю цілісності та IL, вони беруть участь у процесі вибіркового обмеження права доступу в контекстах, які вважаються потенційно менш надійними, порівняно з іншими контекстами, що працюють під тим ж обліковим записом. Windows Vista визначає чотири рівні цілісності: Low (SID: S-1-16-4096), середній (SID: S-1-16-8192), високий (SID: S-1-16-12288), і система (SID : .. S-1-16-16384).

Управління доступом на основі ролей (Role Based Access Control, RBAC) – розвиток політики вибіркового керування доступом, при цьому права доступу суб'єктів системи на об'єкти групуються з урахуванням специфіки їх застосування, утворюючи ролі. Використання RBAC для управління привілеями користувача (дозволу комп'ютера) в рамках єдиної системи або програми є широко поширена як найкращий варіант для управління. Зокрема, включаючи СКБД Oracle, PostgreSQL 8.1, SAP R/3, ISIS Papyrus, FusionForge, Wikipedia, Microsoft Lync, Microsoft Active Directory, Microsoft SQL Server і операційних системах, що використовують SELinux (Linux, Solaris і деякі інші Unix-подібні операційні системи), Grsecurity (Linux), TrustedBSD (FreeBSD). Також інші системи використовують різновиди підходу RBAC. Windows Server 2008, наприклад, підтримує функцію авторизації під назвою Windows Manager (AzMan), яка дає змогу створювати програми на основі RBAC.

Література:

1. Жора В. В. Підхід до моделювання рольової політики безпеки [Електронний ресурс] / В. В. Жора // Правове нормативне та метрологічне забезпечення систем захисту інформації в Україні : інтернет журн. – 2003. Вип. 7 [ст. 45 - 49] – Бібліогр.: 1 назва – Режим доступу: [http://pnzzi.kpi.ua/7/07\\_p45.pdf](http://pnzzi.kpi.ua/7/07_p45.pdf)
2. Windows Vista Integrity Mechanism Technical Reference [Електронний ресурс] Режим доступу: URL: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb625964.aspx>
3. SELinux Project Wiki [Електронний ресурс] Режим доступу: URL: [http://selinuxproject.org/page/Main\\_Page](http://selinuxproject.org/page/Main_Page)

УДК 004.052.3

Боїло Є. – ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГАРАНТОЗДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ**

Науковий керівник: к.т.н. Шингера Н.Я.

*Boilo Y.*

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical*

## **MODELS AND METHODS PROVIDING OF COMPUTER NETWORKS DEPENDABILITY**

Supervisor: prof. Shynhera N. Y.

Ключові слова: гарантоздатність, помилка, відмова.

Keywords: dependability, error, failure.

Розвиток інформаційних технологій (ІТ) та їх інтеграція у світ систем і людей спричинили позитивні зміни та можливості. Внаслідок цього технічні системи та людство в цілому стають все більш залежним від ІТ, їх якості, надійності та безпеки. Ця залежність зніщиювала наявність іншої, негативної сторони – набуття комп'ютерними засобами і системами ознак одного з впливових факторів відмов та аварій складних технічних та організаційно-технічних комплексів. Оцінюючи негативну складову впровадження ІТ слід зазначити, що однією з домінуючих рис у цьому процесі є інтегральне оцінювання якісного (або неякісного) виконання (або невиконання) функцій при використанні комп'ютерних засобів і систем.

Щоб краще розуміти, наскільки серйозна конкретна відмова, розроблені різні схеми класифікації: поломка (crash failure), пропуск даних (omission failure), пропуск передачі (send omission), помилки синхронізації (timing failures), помилки значення (value failure), помилки передачі стану (state transition failures). Якщо система вважається відмовостійкою, вона повинна маскувати факти помилок від інших процесів. Основний метод маскування помилок — використання надлишковості. Можливе застосування трьох типів надлишковості – інформаційної, тимчасової і фізичної.

Основний підхід до захисту від наслідків відмови – об'єднати кілька ідентичних процесів у групу. Групи процесів пропонують вирішення частини завдання побудови відмово- стійких систем. Зокрема, група ідентичних процесів дозволяє замаскувати наявність в цій групі одного чи кількох процесів, що відмовили. Іншими словами, можна реплікувати процеси і організувати їх в групу, замінюючи уразливий процес відмовостійкою групою. У багатьох розподілених мережах надійна наскрізна передача реалізується шляхом використання надійного транспортного протоколу, такого як TCP. TCP маскує пропуски, якими є втрата повідомлень, за допомогою механізму підтверджень і повторних посилок. Більшість систем транспортного рівня забезпечують канали та засоби для надійної взаємодії з набором процесів. Проте подібна організація зв'язку не дуже ефективна, оскільки вимагає великої витрати пропускну здатності мережі, але, якщо кількість процесів мала, надійна групова розсилка через кілька надійних каналів є найпростішим вирішенням.

Надійна групова розсилка – це явище, коли повідомлення, відправлене групі процесів, повинне бути гарантовано доставлено всім членам цієї групи. Завдання атомарної групової розсилки є прикладом більш загального завдання – розподіленого підтвердження. Воно включає операції, що відбуваються з кожним членом групи процесів або з жодним із них.

УДК 004.724

Буранич І. – ст. гр. СІ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОТОКОЛ EIGRP**

Науковий керівник: асистент Жаровський Р.О.

Buranych I. I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **EIGRP PROTOCOL**

Supervisor: Zharovsky R. O.

Ключові слова: маршрутизація, протокол, мережа, EIGRP

Keywords: routing, protocol, network, EIGRP

EIGRP — дистанційно-векторний протокол маршрутизації, що був оптимізований для зменшення нестабільності протоколу після змін топології мережі, уникнення проблеми заиклення маршруту та більш ефективного і економного використання потужностей маршрутизатора.

Алгоритм визначення маршруту базується на алгоритмі Дейкстри пошуку в глибину на графі. EIGRP обчислює і враховує 5 параметрів для кожної ділянки маршруту між вузлами мережі:

- Total Delay — Загальна затримка передачі (з точністю до мікросекунди)
- Minimum Bandwidth — Мінімальна пропускна спроможність (в Кб/с — кілобіт/секунду)
- Reliability — Надійність (оцінка від 1 до 255; 255 найбільш надійно)
- Load — Завантаження (оцінка від 1 до 255; 255 найбільш завантажено)
- Maximum Transmission Unit (MTU) (не враховується при обчисленні оптимального маршруту, береться до уваги окремо) — максимальний розмір блоку, що можливо передати по ділянці маршруту.

Протокол маршрутизації EIGRP має чотири базових складових: виявлення сусіда; надійний транспортний протокол; алгоритм DUAL; модуль, що залежить від протоколу.

Кожен маршрутизатор зберігає інформацію про сусідні маршрутизатори. Якщо з'являється новий сусід, інформація про нього записується в таблицю маршрутизації. Для кожного модуля, залежного від протоколу, підтримується своя таблиця маршрутизації. Записи в таблиці сусідів містять інформацію, потрібну для надійної доставки, наприклад номер повідомлення. Цей номер використовується для перевірки того, що повідомлення від сусіда прийшли у тому порядку, в якому він їх відправив.

Протокол EIGRP забезпечує швидке підключення завдяки застосуванню моделі «запит-відповідь», при якій повідомлення посилаються тільки тим маршрутизаторам, на роботу яких може вплинути зміни в мережевій топології.

Для гарантії отримання відправлених повідомлень EIGRP використовує фірмовий протокол гарантії доставки – RTP, який забезпечує гарантовану доставку пакетів. Для цього використовується пропріетарний алгоритм Cisco, reliable multicast.

УДК 004.72

Вербицький І. – ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА ТА СИСТЕМА ВІДЕОНАГЛЯДУ ДЛЯ АДМІНБУДІВЛІ КП «ТЕРНОПІЛЬВОДОКАНАЛ»**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Осухівська Г.М.

Verbytskyi I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **COMPUTER NETWORK AND VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS FOR OFFICE BUILDING UTILITY ENTERPRISE "TERNOPILVODOKANAL"**

Supervisor: prof. Osukhivska H.M.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, система відеонагляду.

Keywords: computer network, video surveillance system.

При сучасному розвитку інформаційних та комунікаційних технологій, необхідним є впровадження їх у роботу різних підприємств. Саме тому актуальним є створення комп'ютерної мережі та системи відеонагляду для адмінбудівлі КП «Тернопільводоканал». Адже за допомогою автоматизованих засобів та об'єднання комп'ютерів в єдиний інформаційний простір можна досягти необхідної ефективності діяльності КП «Тернопільводоканал».

Комп'ютерна мережа адмінбудівлі КП «Тернопільводоканал» призначена для забезпечення централізованого автоматизованого управління інформаційними ресурсами установи загалом та її підрозділів, забезпечення відповідної якості реалізовуваних процесів, і включає в себе забезпечення доступу до мережі Internet, в тому числі і через безпроводний зв'язок. Спроектвана мережа повинна пов'язувати 43 ЕОМ, які розташовуються у 25 кабінетах. Функціями локальної комп'ютерної мережі є підвищення продуктивності праці як самих працівників, оскільки, зменшуються затрати часу на виконання операцій, так і підприємства в цілому. Тому задача проектування зводиться до забезпечення обміну даними між відділами, налаштування захисту робочих місць та серверів на рівні операційних систем, організації доступу до мережі Internet.

Система відеоспостереження повинна враховувати розміщення цінностей на об'єкті, забезпечити фіксацію, обробку та зберігання відеозаписів, повинна бути не складною в експлуатації. За необхідності можливо організувати взаємний зв'язок з іншими програмними та апаратними засобами, передбачити можливості розширення та модернізації системи. У системи повинен бути простий і зрозумілий інтерфейс для того, щоб працівник середнього рівня кваліфікації міг успішно з нею працювати.

Отже, створення комп'ютерної мережі та системи відео нагляду КП «Тернопільводоканал» дозволить оптимізувати роботу всіх відділів, дасть змогу людям, які працюють над одним проектом одночасно використовувати дані, підвищить безпеку, а також пришвидшить та покращить роботу всього підприємства.

УДК 004.891

Габура У. – ст. гр. СНМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ТРАФІКУ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ**

Науковий керівник: ас. Назаревич О.Б.

Habura U.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH AND ANALYSIS OF TRAFFIC IN COMPUTER NETWORKS**

Supervisor: Nazarevych O.

Ключові слова: мережа, модель, аналіз, трафік.

Keywords: network, model, analysis, traffic.

У сучасних умовах вирішення складних задач управління різного роду системами та об'єктами, задач організаційного управління базується на широкому використанні інформаційних технологій. Технічною базою їх практичного застосування є комп'ютерні мережі. Вони відіграють значну роль для забезпечення ефективності успішного управління та функціонування різноманітних організацій. Все частіше проявляється тенденція збільшення числа користувачів, об'єму інформації та інтенсивності трафіку. Як наслідок, погіршуються якість мережевих послуг. Дана проблема потребує вдосконалення відповідного програмного забезпечення, аналізу та моделювання трафіку.

На сьогоднішній день існує багато різноманітних моделей для імітації трафіку: фрактальний броунівський рух (Fractional Brown Motion – FBM), хаотичні відображення (Chaotic Map), нейромережеві моделі, авторегресивні моделі (Autoregressive Models – AR), фрактальні точкові процеси (Fractal Point Process – FPP), фрактальний рух Леві (Fractional Levi Motion – FLM), мультифрактальні моделі (Multifractal – MF), фрактальний гаусівський шум (Fractional Gaussian Noise – FGN), моделі на основі техніки "динамічного моделювання Маркова" (Dynamic Markov Modelling – DMM), моделі на основі класичних систем масового обслуговування та інші. Всі моделі характеризуються необхідними для якісного моделювання властивостями: довгостроковою залежністю, масштабованістю, стаціонарністю. Але характеристики трафіку можуть змінюватися і залежати від великого числа параметрів і налаштувань реальних мереж, характеристик протоколів, переданої інформації та поведінки користувачів.

Загальним недоліком сучасних моделей мережевого трафіку, є їх спрямованість на конкретний різновид трафіку або мережі і відсутність універсальності. Застосування їх на практиці призводить до великого обсягу дослідницької роботи, необхідної для адаптації моделі до параметрів мережевої конфігурації. Адекватність опису реального трафіку досягається шляхом ускладнення моделей, об'єднання декількох моделей, введення додаткових параметрів.

Підвищення ефективності роботи мереж дозволить більш раціонально використовувати мережеві ресурси.

УДК 681.3.07

Грондзаль А. – ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОГЛЯД МЕТОДИКИ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ НА БАЗІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

Науковий керівник: Грицик В.В.

A.Grondzal

*Ternopil Ivan Pul'uj national technical university*

## **REVIEW OF METHODS FOR DEVELOPMENT INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEMS BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

Supervisor: V. Hrytsyk

Ключові слова: огляд, метод, система, штучний інтелект, розпізнавання образів.  
Keywords: review, method, system, artificial intellect, image recognition.

Інформаційні технології автоматизованого розпізнавання покликані оптимізувати роботу людини у різних галузях [1]. Зокрема, взяти на себе не інтелектуальну або низькоінтелектуальну роботу [2].

У роботі досліджено модель автоматизованої системи розпізнавання на базі штучних нейронних мереж.

У дослідженні використано: систему вводу зображення з роздільною здатністю VGA, для попередньої обробки використано медіанну фільтрацію та афінні перетворення, для нормалізації зображення використовувалось лінійне масштабування, інтелектуальне ядро системи ґрунтується на одношаровій штучній нейронній мережі за методом Хебба Дослідження проводилось в різних умовах освітлення.

Метод Хебба ґрунтується на біологічному феномені навчання шляхом повторення та звикання. Цей феномен ще відомий як ефект повторення. Під час навчання методом Хебба ваги збільшуються, якщо на них поданий сигнал і зменшуються у протилежному випадку. Повторюючи дану процедуру деякий час, відповідно до теореми збіжності перцептрона нейронної мережі, дана система досягне результату, а в нашому випадку – навчиться розпізнавати зображення.

Розглянутий метод Хебба в основі нейронної мережі забезпечує достатній рівень швидкості і якості навчання, що дає змогу розпізнавати друкований текст за допомогою розповсюджених системи вводу зображення, як веб-камери роздільною здатністю 0,3 МП, Обмеженнями досліджуваної інформаційно-аналітичної системи є співвідношення роздільної здатності камери до величини тексту, а також відповідність умов експерименту умовам навчання.

1. Воротников С. А. Информационные устройства робототехнических систем. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. — 384 с.
2. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный поход — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2006. — 1408 с.



УДК 004.414

Гуйда О. - ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ**

Науковий керівник: к.т.н. Шингера Н.Я.

Huida O.I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS**

Supervisor: Shynhera N.Y.

Ключові слова: інформаційно-управляюча система.

Key words: information and control systems.

Сучасне виробництво характеризується наявністю великої кількості інформації, яка пов'язує різні аспекти соціально-економічної діяльності підприємств у різних предметних галузях. Відбувається різке збільшення документообігу та кількості службовців, зайнятих обробленням інформації. Постійно вдосконалюються технології збору, передавання та зберігання інформації, оскільки без ефективного та своєчасного оброблення вона втрачає свою цінність і стає мертвим вантажем.

За таких умов застосування інформаційно-управляючих систем (ІУС), базованих на сучасних досягненнях у галузі інформаційних технологій і математичних методах оброблення інформації, стає важливим фактором розвитку суспільного виробництва.

Інформаційно-управляюча система (ІУС) – це сукупність засобів, методів, виконавців, що забезпечують необхідною і достатньою інформацією реалізацію всіх заходів процесу управління. ІУС є інтегрованою звітною системою, спеціально призначеною для допомоги керівникам у плануванні, здійсненні та контролі діяльності своєї установи.

Основними складовими ІУС є:

- персонал – члени колективу, які беруть участь у функціонуванні ІУС;
- інформаційні ресурси – конкретний зміст інформації, яка використовується в управлінській діяльності;
- матеріальні ресурси – носії інформації, технічні засоби збору, обробки, зберігання, передачі інформації;
- канали циркуляції інформації – конкретні рівні комунікації, призначені для постійного поповнення і отримання інформації.

В існуючій практиці управління використовуються два основних види ІУС:

Manager Information System (MIS) – системи, які в потрібний момент часу в найбільш зручній формі представляють керівнику необхідну інформацію про минуле, сьогодення і майбутнє керованої системи.

Система підтримки прийняття рішень (СППР) – комп'ютерна автоматизована система, метою якої є допомога людям, що приймають рішення в складних для повного і об'єктивного аналізу областях діяльності. СППР виникли в результаті злиття управлінських інформаційних систем і систем управління базами даних.

УДК 004.415.5

Горінін М.– ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАКЕТІВ В КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ**

Науковий керівник: к.т.н.,доц Осухівська Г.М.

M. Horinyn

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical*

## **RESEARCH OF QUALITY SERVICE PACKAGES IN COMPUTER NETWORK**

Supervisor: prof. H.M. Osukhivska

Ключові слова: якість обслуговування, алгоритми пріоритизації .

Keywords: Quality Of Service, algorithm of prioritization

Якість обслуговування Quality of Service (QoS) активно досліджується і стандартизується на всьому протязі розвитку телекомунікацій. Величезний внесок у розвиток і вдосконалення різних принципів якості обслуговування вніс Міжнародний комітет електров'язку (МКЕ). МКЕ розробив вимоги і норми до різних показників QoS, провів велику роботу по стандартизації численних мережевих механізмів, які забезпечують необхідні показники QoS, а також формулюють основоположні поняття та визначення.

У сучасних телекомунікаційних мережах постійно змінюється характер та обсяг переданого трафіку і, відповідно, надаються інфокомунікаційні послуги. Необхідно відзначити, що мережа здатна надавати різні види сервісу відповідно до рівнів класичної моделі OSI, які підтримуються мережею. Найбільш значимими є каналний і мережевий рівні, що надають послуги комутації інформаційних потоків з метою доступу до хостів відповідного рівня (наприклад, взаємодія маршрутизаторів робочих груп корпоративної мережі), або до серверів сервіс-провайдерів, що надають інформаційні послуги більш високих рівнів.

Метою даних досліджень є оцінка статистичних параметрів системи для покращення якості надання послуг в мультисервісних мережах передачі даних. Важливим чинником при дослідженні якості обслуговування є використання алгоритмів пріоритизації, оскільки від них залежить як трафік буде передаватися по мережі. Для того, щоб досягти поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: проаналізувати різні вимоги QoS послуг, що надаються в мультисервісних мережах, до каналу зв'язку; досліджувати ефективність існуючих методів покращення якості надання послуг у мультисервісних телекомунікаційних мережах; оцінка якості обслуговування в мережах передачі даних; збір статистичних даних трафіку на діючій мережі передачі даних; аналіз та обробка результатів експерименту; визначення структури і пріоритетів трафіку; розробити метод, що дозволить поліпшити якість послуг.

Дослідивши якість обслуговування пакетів в комп'ютерній мережі можна налаштувати мережу таким чином щоб задовільнити вимоги користувачів до тих чи інших прикладних додатків.

УДК 681.3.07

Казьмірчук Н.– ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **БАГАТОШЛЯХОВА МАРШРУТИЗАЦЯ ДАНИХ НА ОСНОВІ МУРАШКОВОГО АЛГОРИТМУ**

Науковий керівник: к.т.н.,доц. Осухівська Г.М.

Kazmirchuk N.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical*

### **MANY WAYS ROUTING DATA BASED ON ANTS ALGORITHM**

Supervisor: prof. H.M. Osukhivska

Ключові слова: безпроводні мережі, алгоритм маршрутизації.

Keywords: wireless network routing algorithm.

Останнім часом безпроводні мережі є одним із напрямків розвитку мережевої індустрії. Існуючі протоколи маршрутизації розроблені для дротових мереж без урахування динамічної топології, обмежень енергії бездротових адаптерів, пропускної спроможності каналів зв'язку. Тому виникає необхідність у розробці нових методів маршрутизації, що реагують на зміни маршрутів між вузлами та враховують обмеження безпроводних мереж.

Актуальним завданням є алгоритм багатошляхової маршрутизації даних на основі мурашкового алгоритму, який забезпечить пошук незалежних оптимальних маршрутів. Для цього потрібно провести аналіз алгоритмів та протоколів маршрутизації в безпроводних сенсорних мережах, розробити алгоритм маршрутизації на основі мурашкових колоній, а також дослідити протокол на основі мурашкових колоній.

Ідея мурашиного алгоритму - моделювання поведінки мурах, пов'язаного з їх здатністю швидко знаходити найкоротший шлях від мурашника до джерела їжі адаптуватися до мінливих умов, знаходячи новий найкоротший шлях. Серед експериментів з вибору між двома шляхами нерівної довжини, що ведуть від колонії до джерела живлення, біологи помітили, що, як правило, мурашки використовують найкоротший маршрут. Модель такої поведінки полягає в наступному: мураха проходить випадковим чином від колонії. Якщо вони знаходять джерело їжі, то повертається в гніздо, залишаючи за собою слід з феромонами. Ці феромони привертають інших мурах, що знаходяться поблизу, які найімовірніше підуть по цьому маршруту. Повернувшись у гніздо вони зміцнять феромонну стежку. При існуванні двох маршрутів здійснюється вибір довжини. З них короткий маршрут стане більш привабливим, а довгі в кінцевому підсумку, зникнуть через випаровування феромонів.

Метод мурашиних колоній базується на моделюванні взаємодії декількох штучних аналогів мурах, що програмно подаються у вигляді інтелектуальних агентів, яка є членами великої колонії. Модельовані агенти, переміщуючись по графу рішень, спільно вирішують проблему й допомагають іншим агентам у подальшій оптимізації рішення. Таким чином, оптимізаційна задача вирішується агентами, що знаходяться у непрямому зв'язку одне з одним. У методі мурашиних колоній такий зв'язок забезпечується завдяки моделюванню виділення феромонів агентам при переміщенні.

УДК 621.326

Кирич Б. – ст. гр. СІ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЕЛЕКТРОННА БІБЛІОТЕКА**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Осухівська Г.М.

Курч В.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ELECTRONIC LIBRARY MANAGEMENT SYSTEM**

Supervisor: prof. Osuhivska H.M.

Ключові слова: електронна бібліотека, програмне забезпечення.

Keywords: electronic library, software.

Система електронних інформаційних комунікацій кардинально змінює ситуацію в сфері збору, збереження та обробки даних. Стрімко розвиваються технології глобальних комп'ютерних мереж, що формують в інформаційній області нову систему відносин та відображають реалії технічного рівня сучасного людства. Інтенсивність змін значною мірою диктується тим величезним значенням, що здобуває інформація в постіндустріальному суспільстві, у якому інформація стає головним товаром, ресурсом і інструментом одночасно.

Отже, процес перерозподілу функцій і, відповідно, ролей у системі інформаційних комунікацій, обумовлений технологічними реаліями часу, є об'єктивним і неминучим. Нині програмне забезпечення електронної бібліотеки складається з чотирьох основних складових, які тісно пов'язані між собою: програмного забезпечення керування цифровим архівом; програмного забезпечення керування електронною бібліотекою; програмного забезпечення пошукової системи; програмного забезпечення аутентифікації. Електронні бібліотеки з часом стають все дедалі популярнішими порівняно з книгарнями. Необхідність автоматизації користування електронними бібліотеками пов'язана з тим, що інформація щодня стає все важливішим ресурсом. Основними завданнями електронних бібліотек є: надання можливості доступу до інформаційних ресурсів; надання інформації про всі документальні ресурси як друковані, так і електронні які є у фондах бібліотек; представлення електронних копій друкованих матеріалів.

У той же час бібліотеки і фірми, що займаються збором, обробкою, збереженням і поширенням даних в електронному вигляді, абсолютно не заважають одна одній і не складають конкуренції. Більш того, наявність цифрових масивів знімає значну частину читацького навантаження з реальних книжкових зібрань. Однак, зі зростанням технічного прогресу і числа людей, котрі мають доступ до мережі, збільшенням обсягу електронних масивів, поліпшення їхніх характеристик в області пошуку і доставки зведень, число споживачів, що користуються їх послугами, буде рости. Число ж читачів бібліотек почне поступово знижуватися. Таким чином, у системі комунікацій, де основні інформаційні потоки будуть циркулювати в електронній формі, бібліотеки ризикують утратити роль ключової ланки процесу роботи з інформацією.

Перспектива розвитку електронних бібліотек залежить від її програмного забезпечення, тому саме від його вдосконалення залежить їхнє майбутнє. На сьогодні найбільше потребують вдосконалення такі складові програмного забезпечення електронної бібліотеки, як програмне забезпечення керування цифровим архівом та програмне забезпечення аутентифікації. Унаслідок вдосконалення відповідних складових програмного забезпечення електронної бібліотеки спроститься доступ до ресурсів та їх завантаження.

УДК 004.415.5

Климчук А. – ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ**

Науковий керівник: к.т.н., доц Осухівська Г.М.

Klymchuk A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical*

## **MATHEMATICAL MODELING OF RELIABILITY OF COMPUTER NETWORKS**

Supervisor: prof. H.M. Osukhivska

Ключові слова: математичні моделі, надійність, комп'ютерні мережі.

Keywords: mathematical models, reliability, computer networks.

Комп'ютерну мережу (КМ) можна представити моделлю у вигляді лінійного графа, в якому вузли або вершини відповідають робочим станціям мережі, а ребра - лініями зв'язку між ними.

Для аналізу структурної надійності мереж використовують матрично-топологічні методи. В їхній основі лежить подання мережі за допомогою графа мережі. Комп'ютерну мережу можна представити як сукупність множини  $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  вузлів і множини  $U=\{u_{ij}\}$  з'єднуючих вузлів  $x_i$  і ребер  $x_j$ .

Перетином мережі називають мінімальну сукупність ребер, видалення яких розділить мережу на дві підмережі. Кількість ребер перетину називається рангом перетину. Перетини називаються незалежними, якщо вони не містять ті самі ребра. Нехай  $P_{ij}$  – деякий шлях виду  $x_1, x_2, \dots, x_l$  у графі  $G$ ,  $x_i$  і  $x_j$  – входні в нього вузли,  $i < j$ .

Через відсутність прийнятної моделі механізму втрат в мережі і властивій складності розрахунку мережної надійності використовуються часові моделі з дискретною ймовірністю. В найбільш популярній моделі мережні компоненти можуть приймати лише два стани: працює або не працює. Стан мережного компонента - випадкова величина, що не залежить від стану інших компонентів.

Суть задачі обчислення надійності КМ у тому, що для кожного компонента мережі задана ймовірність того, що він перебуває в робочому стані, і потрібно обчислити міру надійності мережі. В цьому випадку як показник надійності мережі в цілому можна використовувати ймовірність настання складної події, що полягає у встановленні зв'язків між всіма вузлами із заданої множини, і розраховувати його як відношення суми зважених коефіцієнтів важливості ймовірностей з'єднань пари вузлів.

$$H_0 = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot H_i}{\sum_{i=1}^n K_i},$$

де  $H_0$  – показник надійності всієї мережі,  $K_i$  – коефіцієнт важливості  $i$ -го з'єднання вузлів ( $0 \leq K_i \leq 1$ ),  $H_i$  – показник надійності  $i$ -го з'єднання вузлів.

При проектуванні реальних мереж досить рідко здійснюють розрахунок надійності мережі. Проектувальникам необхідно лише переконатися в тім, що надійність мережі, з одного боку, не нижче заданої та, з іншого боку, не має економічно необґрунтованого запасу. Інакше кажучи, на практиці досить гарантувати, що дійсне значення надійності  $H_0$  перебуває в деяких межах  $H_{min} < H_0 < H_{max}$ . Оцінка надійності мережі із заданою кінцевою точністю дозволить скоротити трудомісткість розрахунків залежно від необхідності точної оцінки.

Існує методика розрахунку оцінок надійності, нижня оцінка  $H_\mu$  розраховується за сукупністю всіх шляхів між вузлами, верхня ж  $H_\sigma$  – за сукупністю перетинів. При розрахунку надійності за сукупністю шляхів додавання кожного наступного шляху приводить до збільшення надійності, а при розрахунку за сукупністю перетинів додавання кожного наступного перетину приводить до зменшення структурної надійності, що створює передумови для двосторонньої оцінки структурної надійності з гарантованою точністю за обмеженим набором шляхів і перетинів. Ця властивість дозволяє регулювати трудомісткість оцінок надійності залежно від заданої точності.

Для вирішення задачі досить послідовно переглядати шляхи  $\mu$ , поки не виконається умова  $H_\mu^{(m)} \geq H_{min}$  і потім переглядати перетини  $\sigma$ , поки не виконається умова  $H_\sigma^{(r)} \leq H_{max}$ . Тут  $m, r$  – число шляхів і перетинів відповідно. Якщо для деякого  $m$  виявиться, що  $H_\mu^{(m)} > H_{max}$ , то можна припинити розрахунки і прийняти рішення, що в мережі закладена зайва надмірність, а якщо для деякого  $r$  виявиться, що  $H_\sigma^{(r)} < H_{min}$ , то це значить, що вимоги до надійності мережі не виконуються. Кількість потребуючого перегляду шляхів  $m$  і перетинів  $r$  звичайно набагато менше загального числа шляхів  $n$  і загального числа перетинів  $k$  графа, чим і досягається скорочення трудомісткості оцінки. Одночасно гарантується, що значення показника надійності мережі лежить в заданих межах  $H_\mu^{(m)} < H_0 < H_\sigma^{(r)}$ .

Для виконання розрахунків необхідно враховувати можливі шляхи і перетини між заданими вузлами  $x_a$  і  $x_b$ . Шукана надійність з'єднання  $H_{ab}$  залежить від надійності кожного шляху і варіантів їхніх перетинів за загальними ребрами. Якщо враховувати тільки незалежні шляхи, то трудомісткість обчислень значно скорочується. Аналогічна ситуація з незалежними перетинами. Нехай надійність  $j$ -го ребра  $i$ -го шляху -  $H_j^{(i)}$ . Тоді надійність  $i$ -го шляху  $H^{(i)}$  буде дорівнювати:

$$H^{(i)} = \prod_{j=1}^{m_i} H_j^{(i)},$$

де  $m_i$  - ранг шляху.

Якщо всі шляхи незалежні, то ймовірність зв'язності вузлів  $x_a$  і  $x_b$  за множиною незалежних шляхів можна визначити як

$$H_\mu^{(ab)} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - H^{(i)}),$$

де  $n$  – кількість незалежних шляхів між  $x_a$  і  $x_b$ .

Оскільки для підвищення точності оцінки необхідно максимізувати  $H_\mu^{(ab)}$ , то необхідно максимізувати число незалежних шляхів при одночасній мінімізації їхніх рангів.

Для збільшення точності верхньої оцінки ймовірності зв'язності вузлів за множиною незалежних перетинів потрібно максимізувати число незалежних перетинів при мінімізації їхніх рангів.

Таким чином можна зробити оцінку надійності і визначити верхні і нижні межі надійності КМ, що дозволить покращити якість проектування.

УДК 338.27

Колесник Х. – ст. гр.КТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ**

Науковий керівник: к.т.н, доц. Микитишин А.Г.

Kolesnyk K.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH OF COMPUTER-INTEGRATED SYSTEMS ADOPTION OF MANAGEMENT DECISIONS**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Mykytyshyn A.H.

Ключові слова: бізнес-процес, моделювання, гра-симулятор.

Keywords: business process, design, simulation game

Світовий досвід показує, що динамічний розвиток ринку товарів та послуг, постійні зміни в зовнішньому середовищі виробничих відносин та зростання конкуренції зумовлюють необхідність пошуку нових інструментів і методів управління виробничими процесами. Управління бізнес-процесами на сьогодні є актуальною темою, що зумовлює зростання ролі використання та впровадження сучасних методів удосконалення управлінських рішень підприємства. Одним із способів підвищення якості прийняття управлінських рішень є моделювання бізнес-процесів з використанням сучасних комп'ютерно-інтегрованих систем. Компанія IBM запропонувала рішення, гри-симулятора, що дає змогу навчати побудови та оптимізації моделей діяльності підприємства, визначати методи збільшення прибутковості компанії.

IBM INNOV8 - інтерактивна тривимірна навчальна гра, мета якої показати взаємозв'язки і можливості ефективної взаємодії між командами ІТ-спеціалістів та керівниками бізнес-напрямів. Гра-симулятор дає змогу швидко побачити, як практичні удосконалення процесу можуть допомогти підвищити рентабельність, рівень задоволеності клієнтів та вирішення інших завдань, з якими стикаються муніципалітети та підприємства

У IBM INNOV8 наявні три сценарії гри:

- **Smarter Traffic** – сценарій, що дає змогу аналізувати існуючі моделі трафіку та зміну маршруту перевезень на основі вхідних показників.
- **Smarter Customer Service** - з використанням Call-центру гравці розробляють більш ефективні способи взаємозв'язку з клієнтами.
- **Smarter Supply Chains** - у даному сценарії проводиться оцінка традиційної моделі послідовності поставок, балансу попиту та пропозиції, проводиться зниження впливу на навколишнє середовище.

Використання комп'ютерно-інтегрованих систем для прийняття управлінських рішень на прикладі IBM INNOV8 дає змогу зрозуміти основні життєві цикли управління бізнес-процесами, проаналізувати та змодельовати результати діяльності підприємства, що допоможе підвищити прибутковість та результативність бізнесу.

УДК 670.191.33

Кравченко Т. – ст. гр. КАМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КУТІВ РОЗКРИТТЯ ВЕРШИНИ ВТОМНОЇ ТРІЩИНИ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Рогатинська О. Р.

Kravchenko T.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED METHOD FOR MEASURING PARAMETERS OF ANGLES FATIGUE CRACK TIP OPENING**

Supervisor: Ph.D. Rogatynska O. R.

Ключові слова: тріщина, обробка зображення, бінаризація зображення, кут розкриття вершини тріщини.

Keywords: crack, image processing, corner crack, image binarization.

Створення нових машин і конструкцій з високими експлуатаційними характеристиками і питомими потужностями, а також необхідність зниження їх матеріаломісткості при одночасному підвищенні міцності й довговічності є актуальним і складним завданням. Під час експлуатації в елементах конструкцій можуть ініціюватися поверхневі тріщини, які при подальшому циклічному навантаженні розвиваються до критичних розмірів.

В експериментальній механіці сьогодні активно розвиваються методи та засоби оцінювання пластичної деформації в околі вершини тріщини, а також розкриття вершини тріщини, які ґрунтується на обробленні зображень поверхні зразка протягом навантажування. Одним із найдосконаліших методів є метод координатних сіток, який дає змогу побудувати карту векторів переміщень та обчислити компоненти деформації.

У даній роботі запропоновано програмну реалізацію інтерактивних методів, які взято за основу в концепції адаптування, класифікації, розпізнавання та ідентифікації за умов мінімальної апріорної інформації про об'єкт. Розроблено алгоритм та його реалізацію на основі використання методів математичного програмування. Запропонована автоматизована система дає можливість оцінювати деформацію та розкриття вершини втомної тріщини в навантаженому твердому тілі. Метод ґрунтується на бінаризації зображення поверхні тріщини, а також виділенні інформативних ознак та знаходженні оптимальних математичних розв'язків їх опису.

Результати роботи програми дали змогу автоматизовано оцінити граничне розкриття в околі вершини тріщини, своєчасного виявлення дефектів, а також провести аналіз подальшої експлуатації матеріалу.



УДК 004.891

Кріль Ю. – ст. гр. СНМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПЛАНУВАННЯ ЗАВДАНЬ В РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ**

Науковий керівник: ас. Назаревич О.Б.

Kiril Y.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## **TASK SCHEDULING IN DISTRIBUTED SYSTEMS**

Supervisor: Nazarevych O.

Ключові слова: інформаційні ресурси, грид

Keywords: information resources, Grid

Потреба в мережевих обчислювальних ресурсах істотно зростає в останнє десятиліття в багатьох прикладних областях. Мережеві додатки породжують постійно зростаюче навантаження на сервери та кластери, що надають послуги, із зростанням числа завдань розв'язуваних в мережі.

Такі завдання пов'язані з електронною комерцією, фінансовими розрахунками, соціальними мережами, послугами придбання і розповсюдження мультимедійних даних (фото, відео, аудіо).

Існуючі постачальники хмарних сервісів в основному спираються на великі консолідовані ЦОД для надання своїх послуг.

У зв'язку з цим широке поширення одержали системи паралельної і розподіленої обробки даних: обчислювальні кластери, грид системи і хмарні системи.

Застосування даних типів систем для наукових обчислень і для вирішення прикладних завдань призвело до зростання навантаження на кінцеві апаратні ресурси у зв'язку з необхідністю аналізу і вирішення все більш обчислювально і просторово трудомістких завдань. Такі завдання часто мають дуже нерівномірні вимоги щодо споживаних обчислювальних ресурсів.

Все вище описане накладає особливі вимоги при проектуванні розподілених систем обробки даних (РСОД), щоб дозволити надати зазначені послуги в розумний час для все зростаючого числа користувачів.

Під кластером увазі групу комп'ютерів, об'єднаних високошвидкісними каналами зв'язку і представляють з точки зору користувача єдиний апаратний ресурс.

Як правило вузли кластерних систем не розподілені географічно і їх управління здійснюється за допомогою проміжного програмного забезпечення (ПО) централізованим способом: існує єдиний вузол, який відповідає за управління ресурсами і розподіл завдань по вузлах. Дані системи застосовуються для наукових обчислень і для вирішення комерційних прикладних задач, оскільки є економічніше і надійніше (за рахунок надмірності) спеціалізованих централізованих мейнфреймів.

Кластери можуть бути однорідними за складом апаратного забезпечення або складатися з набору різних по конфігурації (гетерогенних) вузлів-обробників.

На вхід системи надходять прикладні задачі обробки, які можуть мати істотно розрізняються ресурсні вимоги. Безпосередньою обробкою даних займаються розподілені вузли кластеру. Планувальник завдань відповідає за зіставлення завдань

наявним у доступі обчислювальних ресурсів. Більш детально дана система буде розглянута в наступному розділі.

Під грид системою (від англ. Grid - сітка) або мета комп'ютером розуміють мережу гетерогенних обчислювальних ресурсів, географічно розподілених, використовуваних для паралельної обробки обчислювальних завдань.

Грид являє собою програмно-апаратну інфраструктуру для розділяється використання обчислювальних вузлів, мереж, баз даних та інших ресурсів, які знаходяться в юрисдикції різних географічно розподілених організацій.

Для управління ресурсами використовується проміжне ПЗ, причому управління як правило - децентралізоване.

УДК 004.7 : 004.9

Морозюк Р. – ст.гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ НА ОСНОВІ СТАНДАРТУ IEEE 802.15**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Баран І. О.

Moroziuk R.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH OF WIRELESS DATA NETWORKS PROTECTION BASED ON THE STANDARD IEEE 802.15**

Supervisor: Ph.D., as.prof. Baran I.

Ключові слова: стандарт IEEE 802.15, аутентифікація, шифрування

Keywords: standard IEEE 802.15, authentication, encrypting

IEEE 802.15 - стандарт, який визначає фізичний шар і керування доступом до середовища для бездротових персональних мереж з низьким рівнем швидкості. Стандарт підтримується робочою групою IEEE 802.15. Є базовою основою для протоколів ZigBee, WirelessHART та MiWi, кожен з яких, у свою чергу, пропонує рішення для побудови мереж за допомогою побудови верхніх шарів, які не регламентуються стандартом. В якості альтернативи він може бути використаний спільно зі стандартом 6LoWPAN і стандартними протоколами Інтернету для побудови вбудованого бездротового Інтернету.

Існує кілька видів атак на Bluetooth-пристрої: від цілком нешкідливих - типу BlueSnarf, до повноцінних DoS-атак і міжнародних дзвінків без відома власника телефону, або "просто" викрадення СМС-повідомлень. Крім того, існують віруси, що поширюються за допомогою Bluetooth.

Основні заходи захисту систем передачі даних на базі протоколу 802.15: організація безпечних каналів аутентифікації в Bluetooth (використання алгоритму аутентифікації E1 на основі алгоритму шифрування SAFER+ (Secure And Fast Encryption Routine); шифрування даних на основі алгоритму E0 (SAFER +), управління з використанням ключів). Алгоритми, що здійснюють шифрування і аутентифікацію, використовують наступні параметри: адресу модуля - загальновідому 48-бітову адресу

пристрою; секретний ключ аутентифікації – секретний 128-бітовий ключ; секретний приватний ключ довжиною від 4 до 128 біт; випадкове 128-бітове число, яке згенеровано в пристрої Bluetooth. Аутентифікація пристроїв відбувається за складною на програмному рівні і водночас непомітною для користувача схемою. Це є першим кроком до безпечного захисту даних. Алгоритм E0 реалізується на лінійному регістрі зсуву з зворотним зв'язком LFSR (Linear Feedback Shift Register), який ініціалізується ключем корисного навантаження.

Шифрування даних у технології 802.15 в загальному випадку складається із чотирьох операцій: заміна першого підключа, нелінійна оборобка заміни, підміна другого підключа й лінійне перетворення. При цьому використовуються тільки байтові операції, що робить цей шифр особливо зручним для реалізації на мікропроцесорах малої розрядності. При шифруванні та розшифруванні використовується одна унімодулярна матриця розміром 16x16. Пропонується при шифруванні використати різні матриці розміром 16x16 та 32x32. При цьому матриця може виступати елементом ключа.

Основою, на якій базується безпека Bluetooth, є генерація ключів, яка виробляється на основі PIN-коду. Довжина PIN-коду може бути від 1 до 16 байт. В даний час більшість пристроїв використовує 4-байтовий код. Спочатку на основі PIN-коду за алгоритмом E2 генерується 16-байтовий Link Key, після чого за алгоритмом E3 на базі Link Key обчислюється Encryption Key. Перший ключ використовується для аутентифікації, а другий для шифрування.

Для забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності даних необхідно провести аудит безпеки. Для аудиту інформаційної безпеки системи передачі даних стандарту 802.15 можна використати будь-яку із спеціалізованих утиліт для виявлення та унеможливлення спроб несанкціонованого доступу: Bluesnarfing, BlueSnarf++, BlueBug, Bluestab, BlueBump, BlueSpooof, BlueDump і т.п.

За матеріалами проведеного дослідження можна надати наступні рекомендації, щодо захисту мереж передачі даних на базі протоколу 802.15: завжди вимикати Bluetooth після завершення передачі даних; ставити захисний код на ініціалізацію з'єднання; вмикати обов'язкову авторизацію; використовувати нестандартні (відсутні в словниках, різні регістри) і достатньо довгі за кількістю символів паролі; відхиляти будь-які запити на під'єднання з невідомими пристроями; встановити невидимий режим для будь-яких користувачів; без потреби не вмикати Bluetooth-пристрій в людних місцях; з'єднання встановлювати тільки з відомими пристроями; не використовувати технологію в комерційних цілях; при можливості «перепрошити» програмне забезпечення пристроїв до новіших версій.

УДК 004.353

Максимець О. – ст. гр. СНм-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ СТЕГАНОГРАФІЇ У ФАЙЛАХ ФОРМАТУ PORTABLE EXECUTABLE**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Козак Р. О.

Maksymets O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ANALYSIS OF STEGANOGRAPHIC TECHNIQUES IN PORTABLE EXECUTABLE FILES**

Supervisor: Assoc. Prof. PhD Kozak R. O.

Ключові слова: захист інформації, стеганографія, виконуваний файл.

Keywords: information security, steganography, executable file.

На сьогоднішній день використання неліцензійного програмного забезпечення завдає значних економічних збитків компаніям, що його виробляють. Для запобігання такого використання існують різні програмні і апаратні засоби і методи захисту. Необхідно подбати про те, щоб механізм захисту не міг виявити власник копії. Для цього зазвичай вдаються до методів стеганографії.

Очевидно, що зараз найпопулярнішою операційною системою (для робочих станцій) є Microsoft Windows, тому в рамках дослідження будуть розглядатися методи приховування інформації у файлах формату Portable Executable.

Серед існуючих методів впровадження стеганографії у виконуваних файлах виділено такі:

1. Метод базується на тому, що можна переставляти місцями дві суміжні операції присвоювання, результат роботи яких не залежить від послідовності виконання. Така перестановка змінює порядок обчислень, але не спотворює результат. Якщо операції йдуть в лексикографічному порядку, то захований біт дорівнює 1, інакше 0. Головним завданням буде пошук таких операцій, які можна поміняти місцями.

2. Метод базується на можливості перестановки процедур всередині програми. Якщо в програмі переставити процедуру з одного місця на інше і виправити всі внутрішні і зовнішні посилання, які повинні помінятися внаслідок переміщення, то працездатність програми не буде порушено і з'явиться можливість закодувати приховані біти інформації.

3. Метод базується на можливості перестановки адрес в таблицях імпорту, що викликають функції Windows API. Адреси імпортованих функцій API операційної системи лежать всередині масиву. Заповнення цього масиву відбувається операційною системою на стадії запуску програми. Програма завантажує кілька бібліотек, в кожній бібліотеці знаходиться безліч імпортованих функцій. Потрібно згрупувати адреси функцій по бібліотеках. Відповідно, перестановки можливі тільки всередині цих груп.

Ці методи можна одночасно застосувати до файлу для приховування інформації.

УДК 004.4'2;004.43

Мілян Н. – ст. гр. СНМ-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПЛАТФОРМА JAVA**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Milian N.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **JAVA PLATFORM**

Supervisor: Majevskiy A.

Ключові слова: платформа, Java, JVM

Keywords: platform, Java, JVM

Java - відкрита об'єктно-орієнтована мова програмування, яка створювалась для подолання складнощів, пов'язаних з написанням і компілювання програмного забезпечення для різних операційних систем і різних пристроїв.

Створення мови Java в 1995 році - це дійсно один з найзначніших кроків вперед в області розробки середовищ програмування за останні 20 років. Мова HTML (Hypertext Markup Language - мова розмітки гіпертексту) була необхідна для статичного розміщення сторінок у "Всесвітній павутині" WWW (World Wide Web). Мова Java здійснила якісний стрибок в створенні інтерактивних продуктів для мережі Internet.

Одна з головних переваг мови Java - її незалежність від платформи, на якій виконуються програми. Таким чином, один і той же код можна запускати під управлінням операційних систем Windows, Linux, FreeBSD, Solaris, Apple Mac та ін. Це стає дуже важливим, коли програми завантажуються за допомогою глобальної мережі Інтернет і використовуються на різних платформах.

Іншою, не менш важливою перевагою Java, є велика схожість з мовою програмування C ++. Крім того, Java - повністю об'єктно-орієнтована мова, навіть більшою мірою, ніж C ++. Всі сутності в мові Java є об'єктами, за винятком небагатьох основних типів (primitive types), наприклад чисел. Свого часу об'єктно-орієнтоване програмування (ООП) замінило структурне програмування. Важливо і те, що розробляти на Java програми, які не містять помилок, значно легше, ніж на C ++.

Платформа Java включає в себе: Java Runtime - середовище виконання, забезпечується віртуальною машиною (JVM), інструменти для розробки - компілятор, відладчик, інструмент для створення документації, API - Application Programming Interface, великий набір готових бібліотек для вирішення типових і нетипових завдань.

Платформа Java ділиться на три складові: Java Standard Edition (Java SE) - крім JVM, надає набір бібліотек для створення додатків для настільних комп'ютерів, як консольних, так і віконних із зручним інтерфейсом користувача, Java Enterprise Edition (Java EE) - надбудова над Java SE, надає набір бібліотек для створення веб-додатків, від звичайних сайтів до найскладніших корпоративних веб-додатків, Java Micro Edition (Java ME) - варіант віртуальної машини, оптимізованої для роботи на портативних пристроях - кишенькових комп'ютерах і мобільних телефонах.

В даний час платформа Java EE є кращою основою для створення корпоративних (enterprise) додатків.

УДК 681.3.07

Паращук В. – ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ТОПОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Осухівська Г.М.

V. Parashchuk

*Ternopil Ivan Pul'uj national technical university*

## **MODELING TOPOLOGIES OF COMPUTER NETWORKS**

Supervisor: H. Osukhivska

Ключові слова: моделювання, комп'ютерна мережа, топологія.

Keywords: modeling, computer network, topology.

На сьогоднішній день, як ефективно управління роботою наявної мережі, так і створення проекту нової неможливо без детального моделювання її роботи. Метою моделювання є визначення оптимальної топології, адекватний вибір мережевого обладнання, визначення робочих характеристик мережі та можливих етапів її розвитку.

При дослідженнях мереж застосовують аналітичні моделі та імітаційне моделювання. При імітаційному моделюванні використовуються або готові спеціалізовані програмні системи, в яких процес створення моделі спрощений, або складаються програми на універсальних мовах програмування. У першому випадку програмні системи самі генерують модель мережі на основі вихідних даних, які вказують топології і використовувані протоколи, інтенсивність потоків запитів між комп'ютерами мережі, протяжності ліній зв'язку, типи використовуваного обладнання та додатків. Програмні системи моделювання можуть бути вузько спеціалізованими і достатньо універсальними, що дозволяють імітувати мережі різних типів.

Адекватними моделями мереж передачі та обробки цифрових даних прийнято вважати системи масового обслуговування. Такі моделі є досить універсальним математичним апаратом, що дозволяє здійснювати вибір альтернативних варіантів, розрахунок і оптимізацію характеристик на етапі проектування мережі. При розробці моделі враховується закон розподілу потоків заявок, процесу обслуговування, число серверів, максимальний розмір черги, число клієнтів в мережі, схема роботи буфера та інші характеристики. Основними характеристиками зазвичай є продуктивність мережі і середня затримка пакетів.

Прикладом аналітичної моделі, розробленої для конкретної топології мережі, може бути модель для мереж Ethernet. При її розробці передбачається, що мережа складається із нескінченного числа станцій, з'єднаних каналами з доменним доступом. Тобто станція може почати передачу тільки на початку якогось тимчасового домену. Розподіл повідомлень описується законом Пуассона з інтенсивністю  $\lambda$ .

Проте, використання класичних аналітичних моделей також не може вважатися задовільним рішенням проблеми, оскільки такі моделі не в змозі повністю відобразити складні процеси, що протікають в комп'ютерних мережах.

УДК 004.4'22

Підвальний В. – ст. гр. СНм-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ WEB-ПРОЕКТІВ**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Pidvalnyi V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **CREATING WEB-TECHNOLOGY PROJECTS**

Supervisor: Majeviskiy A.

Ключові слова: web, створення, технології

Keywords: web, creating, technology

Глобальний інформаційний простір заснований на фізичній інфраструктурі Інтернет і протоколу передачі даних. Для полегшення створення, зберігання і відображення гіпертексту у всесвітній мережі традиційно використовується Hypertext Markup Language (HTML) – мова розмітки гіпертексту.

На сьогоднішній день при створенні web-проектів застосовуються наступні технології:

- Java - об'єктно-орієнтована мова програмування, що дозволяє розробити не просто кросплатформні додатки, але й додатки, що використовуються у web-ресурсах. Модуль Java не інтегрується у виконувану сторінку, а існує як самостійний додаток, так званий "апет". Дана мова програмування також широко використовується при створенні сайтів в їхній серверній частині;

- JavaScript - це мова для складання скриптів, розроблена фірмою Netscape, що є надбудовою стандарту HTML. Він значно розширює можливості документа, створеного із застосуванням цього формату. Модуль, написаний на JavaScript, інтегрується у файл HTML як підпрограма і викликається на виконання з відповідного рядка HTML-коду стандартною командою;

- PHP - це Сі-подібна інтерпретована мова для створення додатків, виконуваних на серверній стороні. Програма на PHP, подібно тексту на JavaScript, вставляється в HTML-файл. PHP сьогодні використовується для створення web-сайтів з динамічним контентом;

- XML - це мова розмітки, що описує цілий клас об'єктів даних, названих XML-документами;

- Flash - це один з найцікавіших напрямків мультимедійних презентацій в Інтернет. Flash дає можливість створювати свій власний вид елементів інтерфейсу користувача;

- MySQL - це SQL (Structured Query Language) сервер баз даних. SQL це одна з найпопулярніших мов керування базами даних у світі. MySQL має клієнт-серверну реалізацію, що складається з серверного домену mysqld і великого числа клієнтських програм і бібліотек.

Таким чином, неможливо зробити хороший проект, не знаючи основних технологій створення продуктів. При проектуванні та виборі реалізацій різного виду web-проектів, потрібно провести аналіз технічного завдання.

УДК 657

Поп В.– ст. гр. ПК-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНКА ПРОГРАМ АВТОМАТИЗАЦІЇ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Рогатинська О.Р.

Pop V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE EVALUATION OF THE AUTOMATION SOFTWARE ACCOUNTING**

Supervisor: Rogatynska O.R.

Ключові слова: автоматизація бухгалтерського обліку, інформаційна система, ефективність

Keywords: accounting automation, information system, efficiency

Програми автоматизації бухгалтерського обліку можна оцінювати з різних точок зору. Найбільш суттєвими є оцінки з точки зору функціональної повноти та ефективності супроводження.

Оцінка з точки зору функціональної повноти показує, в якій мірі програми реалізують основні функції обробки інформації. До таких функцій відносяться:

- ведення синтетичного та аналітичного обліку в грошовому і натуральному вираженні;
- отримання оперативної інформації про фінансово-господарський стан підприємства;
- проведення розрахунків із постачальниками, покупцями, підзвітними особами;
- ведення кількох бухгалтерій на одному комп'ютері, в тому числі для різних підприємств;
- різні способи реєстрації господарських операцій;
- сумісність з іншими програмами;
- можливість налаштування на особливості підприємства, зміни у законодавстві і т. д.

Вибираючи, наприклад, програму автоматизації складського обліку, важливо звернути увагу: на перелік матеріалів, готових виробів чи продукції. Якщо їх номенклатура дуже велика, необхідно вибрати програму з ієрархічним підрозділом продукції. Якщо номенклатура виробів невелика, ієрархія сповільнить введення даних, а пошук і аналіз товару не буде спрощено; на можливість підведення підсумків за групами виробів або матеріалів; на набір характеристик товаро-матеріальних цінностей, представлених і описаних в номенклатурному довіднику. Існують програми з жорсткою номенклатурою і програми з налаштовуючою системою характеристик, що дозволяють самостійно змінювати структуру номенклатурної таблиці; на структуру зберігання даних про наявність товаро-матеріальних цінностей. Деякі програми забезпечують більш просту структуру збережених даних, яка містить тільки таблиці карток складського обліку. Якщо необхідно враховувати обов'язкові характеристики (термін придатності товару, сертифікат, місце зберігання, ціни постачальника і т. д.), то як доповнення до основної таблиці, що містить картки, розробляється підпорядкована таблиця подкарток.



Оцінка з точки зору ефективності супроводження характеризує: якість розробленої документації; наявність демонстраційно-супроводжуючої версії програми; наявність безкоштовних консультацій; вартість і якість платних послуг; можливість навчання роботи з програмою; наявність послуг з налаштування та підтримки програми; професіоналізм обслуговуючого персоналу; можливість оновлення та модернізації програми.

Будь-який проект автоматизації через певний період часу потребує доопрацювання. Умови функціонування підприємства змінюються динамічно і їх складно передбачати. Гнучка система забезпечує можливість модифікації налаштувань програми. В якості напрямків модернізації проекту можна визначити перегляд алгоритмів реалізації облікових процедур, додавання нових облікових функцій, зміну технології введення інформації, розширення складу комп'ютерних форм вхідної та вихідної документації. Гнучка система забезпечує переналагоджування її модулів на рішення функцій, реалізацію різних маршрутів руху інформації, різних способів виконання операцій, розробку всіх документів внутрішньої і зовнішньої звітності.

УДК 681.3

Мариняк В., Присташ А., Тиндик С. – ст. гр. КА-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КІБЕРСПОРТ**

Науковий керівник: к. філол. н., доцент Плавуцька І. Р.

Marunyak V., Prystash A., Tyndyk S.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **CYBERSPORT**

Supervisor: PhD Plavutska I. R.

Ключові слова: кіберспорт, молодь, підлітки

Keywords: cybersport, youngsters, teenagers

Sport plays an important role in people's lives. Nowadays, there are many sports and everyone chooses a sport that he or she prefers. We have chosen cybersport as a topic of interest because it is very popular nowadays. It is interesting and also improves the computer skills.

Electronic sports (also known as eSports or competitive gaming) is a term for organized multiplayer video game competitions. It is very popular among students, youngsters, teenagers. The most common video game genres associated with electronic sports are real-time strategy, fighting, first-person shooter, and multiplayer online battle arena.

Tournaments such as the League of Legends World Championship, The International, the Battle.net World Championship Series, the Evolution Championship Series, and the Intel Extreme Masters provide both live broadcasts of the competition, and cash prizes to competitors. Although e-sports have long been a part of video game culture, competitions have seen a large surge in popularity from the late 2000's and early 2010's. While competitions around 2000 were largely between amateurs, the proliferation of professional competitions and growing viewership now supports a significant number of professional players and teams, and many video game developers now build features into their games designed to facilitate such competition.

Professional gamers, or "progamers", are often associated with gaming teams and/or broader gaming associations. Teams include Evil Geniuses, Fnatic and Team Liquid. In

addition to prize money from tournament wins, players may also be paid a separate team salary. Team sponsorship may cover tournament travel expenses or gaming hardware. Prominent eSports sponsors include companies such as Razer. Associations include the Korean e-Sports Association, United Kingdom eSports Association, and the International eSport Federation.

One of the most popular cybersport is Dota 2. Dota 2 is a multiplayer online battle arena video game, the stand-alone sequel to the Defense of the Ancients (DotA) Warcraft III: Reign of Chaos and Warcraft III: The Frozen Throne mod. Developed by Valve Corporation, Dota 2 was released as a free-to-play title for Microsoft Windows, OS X and Linux in July 2013, concluding a Windows-only public beta testing phase that began in 2011. The game is available exclusively through Valve's content-delivery platform, Steam.

Development of Dota 2 began in 2009, when the developer of the DotA mod, IceFrog, was hired by Valve as lead designer. Dota 2 was praised by critics for its gameplay, production quality and faithfulness to its predecessor. However, the game was criticized for its steep learning curve and inhospitable community. Dota 2 has become the most actively played game on Steam, with daily peaks of over 800,000 concurrent players.

To ensure that enough DotA players would take up Dota 2 and showcase the game's capabilities, Valve sponsored sixteen accomplished DotA teams to compete at The International for a one million dollar prize. The International became an annual championship tournament, with the venue changing to Seattle, Washington, United States. In 2012, the tournament was hosted during PAX Prime, with Chinese team Invictus Gaming going on to defeat the defending champions, Natus Vincere.

In its third year, The International had a prize pool of over \$2.8 million, thus reclaiming its previous title as having the largest prize pool in electronic sports history from League of Legends (at the Season 2 World Championship). The 2013 championship was won by the Swedish team Alliance, whose prize exceeded \$1.4 million USD. The fourth iteration of The International took place at KeyArena in Seattle between July 18 and July 21, 2014, with the Chinese team NewBee becoming the new champions. Due to the funds raised by interactive compendium sales, the overall prize pool was elevated to over \$10.9 million, the largest in the history of electronic sports.

In 2013, it was estimated that approximately 71,500,000 people watched competitive gaming. Demographically, Major League Gaming has reported viewership that is approximately 85% male and 15% female, with 60% of viewers between the ages of 18 and 34.

The number of female viewers has been growing in esports, and in 2013 30% of eSports enthusiasts were female, an increase from 15% in the previous year. However, despite the increase in female viewers, there is a dearth of female players in high level competitive esports. The top female players that are involved in eSports mainly get exposure in female-only tournaments, most notably Counter-Strike, Dead or Alive 4, and StarCraft II.

Many eSports events are streamed online to viewers over the internet. Dreamhack Winter 2011, for example, reached 1.7 million unique viewers. With the shutdown of the Own3d streaming service in 2013, Twitch is by far the most popular streaming service for competitive gaming. However, newcomers like Hitbox are growing fast and getting more attention. While coverage of live events usually brings in the largest viewership counts, the recent popularization of streaming services has allowed individuals to broadcast their own game play independent of such events as well. Individual broadcasters can enter an agreement with Twitch in which they receive a portion of the advertisement revenue from commercials which run on the stream they create.

The most famous teams are: Natus Vincere (Ukraine), Invictus Gaming (China), Evil Geniuses (USA), Team Secret (Europe), Ninja in pyjamas (Swedish), Asus.Polar (Russia), Vici Gaming (China).

In conclusion we would like to notice that cybersport is one of the most popular sports nowadays. It involves people from all over the world. The Olympics program 2016 will probably include cybersport.

УДК 004.4

Прокопкін Д. – ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ SELF ORGANIZING MAPS ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПРОДАЖУ ТОВАРІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Яцишин В.В.

Prokopkin D.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **SELF ORGANIZING MAPS FOR PREDICTION OF GOODS SALE INDEX**

Supervisor: PhD, Ass. Prof. Yatcyshyn V.V.

Ключові слова: карти Кохонена, індекс продаж

Keywords: self organizing maps, sale index

Враховуючи темпи розвитку інформаційних технологій і їх застосування у бізнес-системах, власники великих торгівельних мереж та виробничих потужностей все більше зустрічаються з проблемами прогнозування показників продажу товарів та аналізу великих об'ємів інформації. Наявність інструментів для виконання таких робіт дає змогу забезпечити ефективність прийняття бізнес рішень і функціонування бізнес-системи в цілому. Однак їх реалізація вимагає застосування глибоких знань у машинному навчанні та різних розділах математики, а також висококваліфікованих фахівців з різних областей науки і практики. Враховуючи тенденції глобалізації економік світу і швидкі темпи розвитку e-commerce, актуальною задачею є створення теоретичного і практичного базису для розв'язку задач прогнозування показників продажу товарів на основі алгоритмів машинного навчання. Одним із алгоритмів реалізації методів машинного навчання є використання нейронних мереж, зокрема self organizing maps (SOM). SOM – це один з різновидів нейромережових алгоритмів. Основною відмінністю даної технології від інших нейромереж, яких навчають за алгоритмом зворотного поширення, є те, що при навчанні використовується метод навчання без учителя, тобто результат навчання залежить тільки від структури вхідних даних. Нейронні мережі даного типу часто застосовуються для вирішення найрізноманітніших завдань, від відновлення пропусків у даних до аналізу даних і пошуку закономірностей, наприклад, у фінансовій сфері.

Алгоритм функціонування SOM представляє собою один з варіантів кластеризації багатовимірних векторів. Прикладом таких алгоритмів може служити алгоритм k-найближчих середніх (c-means). Важливою відмінністю алгоритму SOM є те, що в ньому всі нейрони (вузли, центри класів ) впорядковані в деяку структуру (зазвичай двовимірну сітку). При цьому в ході навчання модифікується не тільки нейрон-переможець, але і його сусіди, але в меншій мірі. За рахунок цього SOM можна вважати одним з методів проектування багатовимірного простору в простір з більш низькою розмірністю. При використанні цього алгоритму вектори, схожі у вихідному просторі, виявляються поряд і на отриманій карті.

УДК 681.3

Савчук М., Сліпенко М. – ст. гр. КА-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СУПЕРКОМП'ЮТЕРИ**

Науковий керівник: к. філол. н., доцент Плавуцька І. Р.

Savchuk M., Slipenko M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **SUPERCOMPUTERS**

Supervisor: PhD Plavutska I. R.

Ключові слова: комп'ютери, сучасні можливості

Keywords: computers, advanced abilities

In this publication I would like to talk about three supercomputers: Tianhe-2, Titan - Cray XK7 and Sequoia. They are used for solving complex scientific and engineering problems that require the large number of mathematical operations and (or) work with large volumes of data. Originally supercomputers were used almost exclusively for defensive purposes: calculations of nuclear and thermonuclear weapons, nuclear reactors. Then, with the improvement of mathematical tools for numerical simulation of knowledge in other areas of science - supercomputers have been used in "peaceful" calculations, creating new scientific disciplines, such as: numerical weather forecast, computational biology and medicine, computational chemistry, computational fluid dynamics, computational linguistics, etc., - where science achievement merged with the achievements of applied science.

Supercomputers simulate the processes within the atomic nucleus, analyze plasma physics, develop and improve nuclear and thermonuclear weapons, manage nuclear arsenal, simulating nuclear tests.

Tianhe-2 consists of 16 thousand units, each of which includes 2 processors Intel Xeon E5-2600 v2 on Ivy Bridge architecture with 12 cores each (frequency 2.2 GHz) and 3 specialized coprocessors Intel Xeon Phi 31S1P (on Intel architecture MIC, on 57 cores on the accelerator, the frequency of 1.1 GHz) [3]. Each node installed 64 GB DDR3 ECC memory (16 units) and an additional 8 GB GDDR5 every Xeon Phi (total 88 GB). Overall, the total number of cores reaches 3.12 million (384,000 Ivy Bridge and 2736 thousand. Xeon Phi), which is the largest public installation of processors.

Each node occupies half of the motherboard (Compute blade), 8 boards installed in one chassis (Compute frame). In supercomputer it is used 125 racks of compute nodes, 13 racks of network equipment and 24 rack storage system. Productivity: one node reaches 3,432 TFLOPS, of which 0.422 TFLOPS - using processors Ivy Bridge.

In addition to the components of Intel, a supercomputer is also used in Chinese development projects: opto-electronic network TH-Express 2 (topology Fat tree), 16-core processors Galaxy FT-1500 (4096 pieces, architecture Sparc v9, 40 nm, 1.8 GHz) programming model OpenMC, motherboards with high density. OS Kylin Linux is used here. It costs 300.000.000\$

Titan Cray XK7 is a supercomputing platform, produced by Cray, launched on October 29, 2012. XK7 is the second platform from Cray to use a combination of central processing units ("CPUs") and graphical processing units ("GPUs") for computing; the hybrid

architecture requires a different approach to programming to that of CPU-only supercomputers.

XK7 is scalable up to 500 cabinets, each contains 24 blades and each blade contains 4 nodes (1 CPU and 1 GPU per node). The CPUs available are of the 16-core AMD Opteron 6200 Interlagos series and the GPUs are of the Nvidia Tesla K20 Kepler series. Each CPU can be paired with either 16 or 32 GB of error-correcting code memory (ECC) while the GPUs have either 5 or 6 GB of ECC memory depending on the model of GPU used. The nodes communicate with each other via the Gemini Interconnect; each Gemini chip services 2 nodes with a capacity of 160 GB/s.

XK7 based machines run the Cray Linux Environment which incorporates SUSE Linux Enterprise Server. The code to run on an XK7 machine can be written in a range of programming languages. The National Center for Supercomputing Applications (NCSA) in Illinois has a machine, Blue Waters, using a combination of Cray XE6 and XK7 nodes. The machine has 3072 XK7 nodes and 22,752 XE6 nodes. Each XE6 node has two Opteron 6276 and 32 GB of memory per CPU.[11] The XK7 nodes also have Opteron 6276 CPUs with 32 GB of memory and a K20X GPU with 6 GB.[11] Blue Waters has performed at over 1 petaFLOPS in benchmarks however the project managers do not believe in the relevance of the LINPACK benchmark used by the TOP500 organisation therefore did not submit a benchmark test for ranking.

The Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) machine named Todi was upgraded to XK7 on October 22, 2012. Todi has 272 nodes with Opteron 6272 CPUs with 32 GB of memory and a K20X GPU with 6 GB. Todi has a theoretical peak performance of 393 teraFLOPS and performed at 274 teraFLOPS in the November 2012 TOP500 list taking 91st place. Todi consumes 122 kW and is ranked fourth, one behind Titan, on the November 2012 Green500 list.

IBM Sequoia is a petascale Blue Gene/Q supercomputer constructed by IBM for the National Nuclear Security Administration as a part of the Advanced Simulation and Computing Program (ASC). It was delivered to the Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) in 2011 and was fully deployed in June 2012.

On June 14, 2012, the TOP500 Project Committee announced that Sequoia replaced the K computer as the world's fastest supercomputer, with a LINPACK performance of 16.32 petaflops, 55% faster than the K computer's 10.51 petaflops, having 123% more cores than the K computer's 705,024 cores. Sequoia is also more energy efficient, as it consumes 7.9 MW, 37% less than the K computer's 12.6 MW. As of June 17, 2013, Sequoia had dropped to #3 on the TOP500 ranking, behind Tianhe-2 and Titan. It is still #3 on the TOP500 ranking of November 2013. The supercomputer has been assembled and tested at IBM in Rochester, Minnesota, where the system created a series of Blue Gene, designed for demanding applications computing tasks. The hardware and software was performed by IBM engineers in Rochester and by researchers in IBM's Yorktown, Hayes, New York, in collaboration with researchers from Lawrence Livermore National Laboratory and Argonne National Laboratory (Research Center of Nuclear Energy of the USA).

Having conducted the research I would like to summarize that with the development of supercomputers humanity relieved, because nuclear testing, testing of weapons of mass destruction, biological weapons moved in the virtual world but I am concerned with thought that once a people will wants to experience achievements in reality.

УДК 004.72

Савчук О. - ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЯКІСТЬ ОБСЛУГОВУВАННЯ В СИСТЕМІ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ**

Науковий керівник: к.т.н. Шингера Н.Я.

Savchuk O.I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **QUALITY OF SERVICE FOR VOICE OVER IP**

Supervisor: Shynhera N.Y.

На даний час ведеться активне впровадження ІР-телефонії, що використовують існуючу розгалужену мережеву інфраструктуру загального призначення для передачі голосу.

Якість обслуговування можна розглядати в двох аспектах: в процесі встановлення з'єднання і під-час зв'язку. В процесі встановлення з'єднання якість визначається від початку введення ідентифікатора абонента (ІР-адреса, номер телефону) до отримання відповіді. Вимоги до часу встановлення з'єднання не відрізняються від вимог, що висувуються до цифрової мережі з інтегрованими сервісами (ISDN). Якість обслуговування під-час зв'язку, визначається двома факторами: затримка проходження сигналу; якість передачі голосу по каналу зв'язку абонент-абонент.

Надійність зв'язку і точність встановлення з'єднання також впливають на якість.

Аналіз якості проводимо, враховуючи фізичні і програмні елементи ІР-телефонії.

Загальна оцінка якості передачі ( $R$ ) голосу на рівні акустичного сигналу:

$$R = R_0 + l_s + l_\delta + l_\varepsilon + A. \quad (1)$$

Для кодексу G. 711 за нормальних акустичних умов, з нульовими коефіцієнтами  $l_\delta$ ,  $l_\varepsilon$ ,  $A$  значення  $R$  становить 94,3. Приведене значення  $R$  приймаємо за еталон, і використовуємо для аналізу якості при використанні інших кодеків.

Сумарна швидкість потоку від  $N$  голосових джерел розподілена за законом Пуансона з параметром  $\alpha\lambda$ , що не перевищить виділену пропускну здатність каналу, при  $\alpha\lambda = \nu$ :

$$P[Y \leq C_p^*, \nu] = p(C_p^*, \nu) = \sum_{c=0}^{C_p^*} \frac{\nu^c}{c!} e^{-\nu} \quad (2)$$

Розв'язавши рівняння (2) відносно  $C_p^*$  отримаємо значення пропускну здатності каналу зв'язку для голосового потоку:

$$C_p^* \geq B \left[ \left( \frac{Q^{-1}(P_n)}{2} + \sqrt{\nu} \right)^2 - 1 \right] \quad (3)$$

Забезпечення якості передачі в системі ІР-телефонії дозволить підвищити продуктивність інформаційних систем. Якість обслуговування в значній мірі залежить від типу кодеку, пропускну здатності каналу зв'язку, а також конфігурації маршрутизатора.

УДК 621.391.63

Смик Ю. – ст. гр. КТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ШВИДКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПО ОПТИЧНОМУ КАБЕЛЮ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМПЕНСАЦІЇ ХРОМАТИЧНОЇ ДИСПЕРСІЇ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент Муль О.В.

Smyk Yu.I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH OF METHODS OF DATA TRANSMISSION SPEED INCREASING OVER THE OPTICAL CABLE WITH CHROMATIC DISPERSION COMPENSATION**

Supervisor: PhD (Phys.-Math.), Ass. Prof. Mul O.V.

Ключові слова: дисперсія, компенсація, пристрій.

Keywords: dispersion, compensation, device.

Дисперсія - це розширення імпульсу в часі внаслідок його проходження через оптичне волокно. Розширення імпульсів, що передаються щільним пакетом, може призводити до перекриття імпульсів в часі, тобто так званої міжсимвольної інтерференції. Таке перекриття ускладнює відновлення імпульсів на приймачі, а отже збільшує коефіцієнт помилок, що інтегрально характеризує якість роботи волоконно-оптичної лінії зв'язку (ВОЛЗ).

Принцип компенсації дисперсії, заснований на управлінні просторовим розподілом дисперсії волоконно-оптичної лінії зв'язку, полягає у тому, що у ВОЛЗ між ділянками телекомунікаційного волокна встановлюються пристрої, дисперсія яких рівна по величині і протилежна по знаку дисперсії попередньої їм ділянки телекомунікаційного оптичного кабелю. Хроматичну дисперсію можна розглядати як фазовий зсув між різними довжинами хвиль сигналу. У компенсуючому волокні фазовий зсув є постійним, що дозволяє застосування тільки статичного методу компенсації. В ідеальному випадку фазовий зсув спектральних компонентів повністю компенсується в пристрої-компенсаторі хроматичної дисперсії, що показано на рисунку 1.

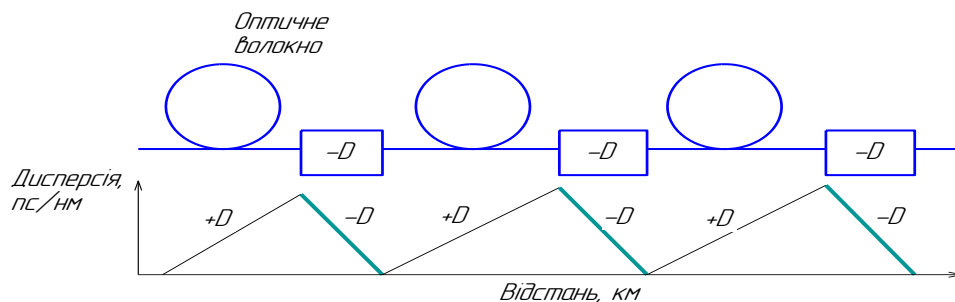


Рис.1. Застосування пристрою компенсації дисперсії

УДК 004.72

Солодкий В. – ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТИЗАЦІЇ В МЕРЕЖІ ШЛЯХОМ ЗАДАВАННЯ ВІДПОВІДНИХ МЕТРИК**

Науковий керівник: к.т.н. Шингера Н. Я.

Solodkiy V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **NETWORK ROUTING OPTIMIZATION BY SETTING APPROPRIATE METRICS**

Supervisor: PhD Shynhera N. Y.

Ключові слова: оптимізація маршрутизації, метрики каналів.

Keywords: routing optimization, channel metrics.

Методи оптимізації маршрутизації описують процес підвищення продуктивності мережі шляхом виявлення і впровадження оптимальних моделей розподілення навантаження (трафіку) без порушення/зміни прийнятої структури мережі. У випадках, коли нарощування навантажень або тимчасові коливання трафіку викликають перевантаження каналів зв'язку, ці методи застосовуються для повного або часткового вирішення проблем продуктивності мережі. Суть оптимізації полягає в «підлаштуванні» маршрутизації до навантаження, яке склалось, з метою кращої утилізації мережевих ресурсів, що, в свою чергу, підвищує якість послуг, що надаються (QoS – Quality of Service). Проблема оптимізації маршрутизації може бути сформульована наступним чином: на заданих структурі мережі та матриці попиту трафіку необхідно знайти таке рішення для маршрутизації трафіку, яке призведе до оптимальної QoS в мережі. Під мірою QoS можуть матися на увазі різні параметри продуктивності мережі. Більшість визначень в літературі засновані на утилізації каналів зв'язку, що пояснюється її впливом на затримку і втрату пакетів між маршрутизаторами. Результатом оптимізації є мінімізація найвищої утилізації каналів зв'язку в мережі. Досліджується оптимізація маршрутизації для традиційних протоколів внутрішніх шлюзів (IGP – Interior Gateway Protocol), а саме для OSPF та EIGRP. Ці протоколи спираються на метрики каналів для виявлення найкоротших маршрутів і визначення вихідних інтерфейсів в усіх напрямках. Кожен маршрутизатор приймає рішення про подальше пересилання пакету, ґрунтуючись виключно на адресі призначення пакета, зазначеному в його заголовку. Така процедура маршрутизації проста і досить ефективна, проте вона накладає обмеження на можливості оптимізації. При перетині двох потоків з однаковими пунктами призначення вони об'єднуються і відсилаються далі по одному і тому ж інтерфейсу, що може викликати перевантаження на деяких каналах зв'язку, в той час як на інших маршрутах утилізація каналів буде залишатися на низькому рівні. Таким чином, шляхом відповідного налаштування значень метрик можливо оптимізувати маршрутизацію так, щоб навантаження на мережу було рівномірним на усіх ділянках мережі.



УДК 681.3

Станько А. – ст. гр. КА-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ІСТОРИЯ КОМПАНІЇ APPLE INC.

Науковий керівник: к. психол. н., доцент Кухарська В.Б.

Stanko A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## THE HISTORY OF APPLE COMPANY

Supervisor: PhD Kukharska V.B.

Ключові слова: компанія Apple, програмне забезпечення

Keywords: Apple Company, computer software

In this publication, I would like to focus on the history of Apple Inc. that designs, develops and markets consumer electronics, software, Internet services and personal computers.

History of Apple Inc. is divided into seven periods:

### **1976–1980: Founding and incorporation**

Apple was established on April 1, 1976, by Steve Jobs, Steve Wozniak and Ronald Wayne to sell the Apple I personal computer kit. The Apple I was sold as a motherboard (with CPU, RAM, and basic textual-video chips), which is less than what is now considered a complete personal computer. The Apple I went on sale in July 1976 and was market-priced at \$666.66 (\$2,763 in 2015 dollars, adjusted for inflation).

The Apple II, also invented by Wozniak, was introduced on April 16, 1977, at the first West Coast Computer Faire.

By the end of the 1970s, Apple had a staff of computer designers and a production line. The company introduced the Apple III in May 1980 in an attempt to compete with IBM and Microsoft in the business and corporate computing market.

### **1981–1989: Success with Macintosh**

Apple began working on the Apple Lisa in 1978. Lisa won the race in 1983 and became the first personal computer sold to the public with a GUI, but it was a commercial failure due to its high price tag and limited software titles.

In 1984, Apple launched the Macintosh. It was the first personal computer to be sold without a programming language at all. Its debut was announced by the now famous \$1.5 million television commercial "1984".

### **1990–1999: Decline, restructuring, acquisitions**

In 1990, Apple released the Macintosh LC, which featured a single expansion slot for the Apple II Card to help migrate Apple II users to the Macintosh platform. Apple stopped selling the Apple II in 1993.

In 1994, Apple allied with IBM and Motorola in the AIM alliance with the goal of creating a new computing platform (the PowerPC Reference Platform), which would use IBM and Motorola hardware coupled with Apple software. The AIM alliance hoped that PReP's performance and Apple's software would leave the PC far behind. The same year, Apple

introduced the Power Macintosh, the first of many Apple computers to use Motorola's PowerPC processor.

On November 10, 1997, Apple introduced the Apple Online Store, which was tied to a new build-to-order manufacturing strategy. On August 15, 1998, Apple introduced a new all-in-one computer reminiscent of the Macintosh 128K: the iMac. The iMac design team was led by Ive, who would later design the iPod and the iPhone. The iMac featured modern technology and a unique design, and sold almost 800,000 units in its first five months.

#### **2000–2006: Return to profitability**

On May 19, 2001, Apple opened the first official Apple Retail Stores in Virginia and California. On October 23 of the same year, Apple debuted the iPod portable digital audio player. The product, which was first sold on November 10, 2001, was phenomenally successful with over 100 million units sold within six years. In 2003, Apple's iTunes Store was introduced. The service offered online music downloads for \$0.99 a song and integration with the iPod. The iTunes store quickly became the market leader in online music services, with over 5 billion downloads by June 19, 2008.

#### **2007–2010: Success with mobile devices**

In July 2008, Apple launched the App Store to sell third-party applications for the iPhone and iPod Touch. Within a month, the store sold 60 million applications and registered average daily revenue of \$1 million, with Jobs speculating in August 2008 that the App Store could become a billion-dollar business for Apple.

Apple also released the iPhone 4, which introduced video calling, multitasking, and a new uninsulated stainless steel design that acted as the phone's antenna. Later that year Apple again refreshed its iPod line of MP3 players by introducing a multi-touch iPod Nano, an iPod Touch with FaceTime, and an iPod Shuffle that brought back the buttons of earlier generations.

#### **2011–2012: Steve Jobs's death**

From 2011-2012, Apple released the iPhone 4S and iPhone 5, which featured improved cameras, an "intelligent software assistant" named Siri, and cloud-sourced data with iCloud; the third and fourth generation iPads, which featured Retina displays; and the iPad Mini, which featured a 7.9-inch screen in contrast to the iPad's 9.7-inch screen. These launches were successful, with the iPhone 5 (released September 21, 2012) becoming Apple's biggest iPhone launch with over 2 million pre-orders and sales of 3 million iPads in three days following the launch of the iPad Mini and fourth generation iPad (released November 3, 2012).

#### **2013–present: Acquisitions and expansion**

At the Worldwide Developer's Conference on June 10, 2013, Apple announced the seventh iOS operating system alongside OS X Mavericks, the tenth version of Mac OS X, and a new Internet radio service called iTunes Radio. iTunes Radio, iOS 7 and OS X Mavericks were released fall 2013. On December 6, 2013, Apple Inc. launched iBeacon across its 254 U.S. retail stores.

Alongside Google vice-president Vint Cerf and AT&T CEO Randall Stephenson, Cook attended a closed-door summit held by President Obama on August 8, 2013, in regard to government surveillance and the Internet in the wake of the Edward Snowden NSA incident. On February 4, 2014, Cook met with Abdullah Gül, the President of Turkey, in Ankara to discuss the company's involvement in the Fatih project.

Thus Steve Jobs, Steve Wozniak and Ronald Wayne have made an incredible contribution to the world history; they began to write a new page in the history of the computer age. For over 29 years Apple Inc. has been the leader among manufacturers of various types of software and hardware that are designed to ease our lives.

УДК 004.891

Чайковська О. – ст. гр. СНм-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КЛАСТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

Науковий керівник: ас. Шимчук Г.В.

Chaykovska O.R.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **CLUSTER TECHNOLOGY FOR INFORMATION SYSTEMS**

Supervisor: Shimchuk G.

Ключові слова: технології, інформаційні системи

Keywords: , technology, information systems

RAC (скор. від англ. *Real Application Clusters* ) – програмне забезпечення для [кластеризації](#) і підвищення [доступності](#) для [Oracle Database](#).

Система управління базами даних (СКБД) Oracle за допомогою опції Real Application Clusters (RAC) може проводити обробку єдиної бази даних одночасно з безлічі серверів об'єднаних в кластер. Механізм Oracle RAC підтримує програми з будь-яким типом навантаження, починаючи від оперативної обробки транзакцій до сховищ і аналітичних систем. В якості додатків можуть бути як "коробкові" продукти, так і самостійно розроблені додатки. RAC забезпечує для застосунків найвищі рівні доступності і масштабованості:

- Вихід з ладу, будь-якого з серверів не призводить до зупинки СКБД Oracle, робота буде продовжена на вузлах, що залишилися;

- Більш висока обчислювальна потужність досягається простим додаванням потрібної кількості серверів в кластер "на льоту" без переривання роботи користувачів.

Технологія Oracle RAC дозволяє системам, побудованим на основі недорогої апаратної платформи, надавати високу якість сервісу, яке можливо навіть перевершує рівні доступності і масштабованості найдорожчих SMP-систем і мейнфреймів. Істотно скорочуючи витрати на обслуговування, і забезпечуючи нові гнучкі методи адміністрування, програмне забезпечення Oracle може бути використане для створення середовища Grid-обчислень підприємства.

На сьогоднішній день Oracle RAC є провіреним рішенням, яке використовується тисячами замовників по всьому світі у всіх галузях економіки і для будь-яких типів застосувань.

Опція RAC розширює можливості СКБД Oracle, забезпечуючи їй роботу у кластері. Це дозволяє замовнику, використовуючи недорогі стандартні сервери, скоротити вартість користування системою. А можливість динамічного додавання і видалення серверів в кластер забезпечує масштабоване обчислювальне середовище для застосунків. При використанні Oracle RAC, окремий сервер більше не буде являти собою компоненту, вихід з ладу якої, призводить до виходу з ладу всієї системи. Oracle Real Application Clusters – ключовий компонент Архітектури Максимальної Доступності (Maximum Availability Architecture) компанії Oracle, стратегії по створенню найвищої доступності застосунків.

У доповіді буде розглянуто розробку інформаційної системи з використанням кластерної технології Oracle RAC.

УДК 004.04

Бережник І. – ст. гр. СНМ-51, Тифанюк Д. – ст. гр. СНМ-52  
*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ СУЧАСНОГО РОЗВИТКУ СКБД**

Науковий керівник: асистент Шимчук Г.В.

Berezhnyk I., Tyfaniuk D.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH AND ANALYSIS OF MODERN DATABASE MANAGEMENT SYSTEMS**

Supervisor: Assistant Shymchuk H.V.

Ключові слова: база даних, модель, аналіз, трафік.

Keywords: database, model, analysis, traffic.

В сучасних умовах бази даних стали дуже важливими в повсякденному житті більшості людей. Бази даних застосовуються всюди, починаючи з малих підприємств, на яких ведуть бази даних своїх співробітників, товарів чи послуг, покупців чи постачальників і закінчуючи базами даних масштабу держави чи групи держав: дані про кожного громадянина, дані про автомобілі які зареєстровані на певній території і т.д.

База даних – це набір даних, що зберігаються організованим способом, це дозволяє користувачам і програмам звертатися до даних, переглядати і змінювати їх. Управління базами даних здійснюється спеціальним програмним забезпеченням, яке реалізує відповідну функціональність.

За способом доступу БД поділяються на: файл-серверні, клієнт-серверні, вбудовувані СКБД.

В файл-серверних СКБД файли даних розташовуються централізовано на файл-сервері. СКБД розташовується на кожному клієнтському комп'ютері (робочій станції). Доступ СКБД до даних здійснюється через локальну мережу. Синхронізація зчитування і оновлення здійснюється за допомогою файлових блокувань. Перевагою цієї архітектури є низьке навантаження на ЦП сервера. Недоліки: потенційно високе завантаження локальної мережі; погіршення централізованого управління; погіршення таких характеристик як надійність, доступність і безпека.

Застосовуються найчастіше в локальних додатках, які використовують функції управління БД. На даний момент файл-серверна технологія вважається застарілою. Приклади: Microsoft Access, Paradox, dBase, FoxPro, Visual FoxPro. Клієнт-серверна СКБД розташовується на сервері разом з БД і здійснює доступ до БД безпосередньо, в монопольному режимі. Усі клієнтські запити на обробку даних обробляються клієнт-серверною СКБД централізовано. Недолік клієнт-серверних СКБД полягає в підвищених вимогах до сервера. Переваги: більш низьке завантаження локальної мережі; зручність централізованого управління; зручність забезпечення таких важливих характеристик як висока надійність, висока доступність і висока безпека.

Можна навести такі приклади систем керування базами даних: Oracle, Firebird, Interbase, IBM DB2, Informix, MS SQL Server, Sybase Adaptive Server Enterprise, PostgreSQL, MySQL.

УДК 004.415.5

Гайда Н. – ст. гр. СІмс-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПОРІВНЯННЯ ПРОТОКОЛІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ RIP І EIRGP**

Науковий керівник: к.т.н. Шингера Н.Я.

Gaida N.V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **COMPARISON OF RIP AND EIRGP ROUTING PROTOCOLS**

Supervisor: Shynhera N.Y.

Ключові слова: RIP (англ. Routing Information Protocol), EIRGP (англ. Enhanced Interior Gateway Routing Protocol).

Keywords: RIP (Routing Information Protocol), EIRGP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol).

Протокол маршрутизації – мережевий протокол, який використовується маршрутизаторами для визначення можливих маршрутів прямування даних в комп'ютерній мережі. Застосування протоколу маршрутизації дозволяє уникнути ручного введення всіх допустимих маршрутів, що знижує кількість помилок, забезпечує узгодженість дій усіх маршрутизаторів в мережі і полегшує працю адміністраторів.

Найбільш поширеними є протоколи маршрутизації RIP і EIRGP.

Вони є дистанційно–векторними протоколами внутрішньо доменної маршрутизації.

Протокол RIP – дозволяє маршрутизаторам динамічно оновлювати маршрутну інформацію (напрямок і дальність в хобах), отримуючи її від сусідніх маршрутизаторів.

Протокол EIRGP – протокол маршрутизації, що був оптимізований для зменшення нестабільності протоколу після змін топології мережі, уникнення проблеми зациклення маршруту та більш ефективного і економного використання потужностей маршрутизатора. Роутери, що підтримують протокол EIGRP також підтримують і IGRP та перетворюють маршрутну інформацію для IGRP–сусідів з 32-бітної метрики EIGRP у 24-бітну метрику стандарту IGRP. Алгоритм визначення маршруту базується на алгоритмі Дейкстри пошуку в глибину на графі.

Спільним у протоколів RIP, EIGRP є те, що вони обидва отримують інформацію про топологію і стан каналів зв'язку від інших маршрутизаторів у мережі. Мінусом протоколів RIP і IGRP є те, що вони не передбачають передачу інформації про маски підмережі в повідомленнях про оновлення маршрутів. Тому для коректної роботи процесу маршрутизації всім інтерфейсам в мережі необхідно мати однакову маску підмережі.

Основні відмінності між протоколами RIP і IGRP пов'язані з методом обчислення метрик, алгоритмом Route Poisoning та використанням шлюзу за замовчуванням. Правила передачі обмежених оновлень (split horizon), ініціювання передачі оновлень і тимчасової заборони на оновлення маршруту в IGRP реалізовані практично так само, як і в RIP. На відміну від протоколів RIP, EIGRP не використовує таблицю маршрутизації (або перенаправлення) для зберігання всіх даних, необхідних для його роботи. Замість цього EIGRP формує другу таблицю (таблицю топології), на основі якої здійснюється установка маршрутів у таблиці маршрутизації.

УДК 004.042

Ступ'як Р. – ст. гр. СІм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ УПРАВЛІННЯ НАВАНТАЖЕННЯМ МЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ**

Науковий керівник: к.т.н. доц. Шингера Н.Я.

Stup'yak R.M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ANALYSIS PROBLEM MANAGEMENT LOAD OF THE NETWORK DATA TRANSMISSION SYSTEMS**

Supervisor: Assoc. Prof., PhD Shynhera N.Y.

Ключові слова: Система передачі даних, мережа, навантаження, алгоритм.

Key words: Data transmission system, network, loading, algorithm.

Характерною особливістю функціонування мережі передачі даних є те, що воно відбувається в умовах випадкових відмов її окремих елементів та значних коливань інтенсивності вхідного трафіка. Відмови можуть виникати як із-за збоїв технічного, програмного, математичного забезпечення, перевантаження окремих ділянок мережі, так і в результаті негативних зовнішніх чинників (цілеспрямований вплив, повені, землетруси, людський фактор тощо).

Серед безлічі методів управління навантаженням мережних систем передачі даних можна виділити наступні основні:

1. Багаторазове дублювання елементів мережі (каналів зв'язку в пучках, вузлів, серверів, апаратних елементів мережі і т.д.).
2. Використання існуючих (вбудованих у протоколи обміну інформацією) алгоритмів маршрутизації – мережний рівень.
3. Управління вхідним у мережу навантаженням – рівень абонентів.

Перший метод донедавна був таким, що найбільш використовувався, однак в зв'язку зі скрутним фінансово-економічним положенням, в якому перебуває зараз держава й нераціональності, використання даного методу неприйнятне.

Друга група методів призначена для вибору оптимального шляху передачі даних з безлічі альтернативних з метою найшвидшої передачі інформації, що вже надійшла у мережу. Він працює у випадках, якщо між окремими абонентами мережі є хоча б один комунікаційний шлях, що їх з'єднує. У відсутності такого, алгоритм маршрутизації витратить значний час на пошук оптимального шляху, і при цьому інформація не досягне адресата призначення, відповідному замовленню буде відмовлено в обслуговуванні. Методи даної групи управляють потоками інформації на рівні мережі.

Третя група методів здійснює обмеження вхідного навантаження на етапі вводу повідомлень у мережу, тобто на абонентському рівні. В даному випадку задача обмеження навантаження складається в тому, щоб ввести повідомлення у мережу таким чином, щоб середній час доставки (враховуючи і час очікування у відправника) був мінімальним і в той же час було використано мінімум ресурсів мережі.

УДК 004.75

Церкунік А. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ РЕСУРСАМИ ГРІД**

Науковий керівник: асистент Шимчук Г.В.

Tserkunyk A.A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **MEANS GRID INFORMATION RESOURCES MANAGEMENT**

Supervisor: Assistant Shymchuk G.V.

Ключові слова: Концепція Грід, архітектура Грід, система розроблення і тестування застосунків Грід, проект ETICS.

Key words: The concept of Grid, Grid architecture, system development and testing of applications Grid, project ETICS.

Одною з найбільш ефективних систем управління інформаційними ресурсами підтримки наукових досліджень в Грід-середовищі в даний час є система gCube.

gCube – багатобічна Грід-платформа, яка була розвинена в контексті європейських досліджень за проектом D4Science.

Платформа розроблена відповідно до сервіс-орієнтованої парадигми, розвиває і розширює різні існуючі системи проміжного програмного забезпечення, такі як Globus Toolkit 4, gLite, портальні оболонки LifeRay і GridSphere. gCube пропонує завершену платформу для розподіленого розміщення інформації в Грід – мережі, керування і пошуку даних та інформації, розвинену структуру для проведення індексації, вибору, інтеграції, доступу, опису, анотації, перетворення і подання вмісту.

Система gCube створювалась в рамках європейських проектів IGEE в якості ядра інформаційної інфраструктури для інтеграції інформаційних ресурсів різних проектів. Призначенням системи є:

- включення інформаційних ресурсів в число керованих ресурсів Грід, разом з устаткуванням і програмами (gLite);
- створення віртуального середовища дослідження (VRE), що включає управління устаткуванням, програмами і інформацією і призначеною для обміну інформацією і співпраці (взаємодії);
- повний цикл управління інформацією в VRE: отримання для обробки, накопичення і зберігання, анотування і пошук, регламентація доступу;
- формування сервіс-орієнтованої інфраструктури для швидкої розробки застосунків і сервісів Грід-проекту;
- надання високорівневих web-сервісів для розробників і користувачів, що приховують складності їх реалізації (SOA);
- надання інтегрованої інфраструктури для створення web-порталу грід-проекту (публікація інформації, пошук інформації, перегляд, анотування, управління метаданими і інші можливості).

УДК 004.042

Чертова М. - ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ МЕТОДАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СТЕГАНОГРАФІЇ**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Chertova M.V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

### **DATA PROTECTION USING COMPUTER STEGANOGRAPHY**

Supervisor: Assistant Majevskiy A.

Ключові слова: комп'ютерна стеганографія, цифрова стеганографія

Keywords: computer steganography, digital steganography

Захист інформації — сукупність методів і засобів, що забезпечують цілісність, конфіденційність і доступність інформації за умов впливу на неї загроз природного, або штучного характеру, реалізація яких може призвести до завдання шкоди власникам і користувачам інформації.

Методи стеганографії дозволяють не лише приховано передавати, але й успішно вирішувати задачі завадостійкої аутентифікації, захисту інформації від несанкціонованого копіювання, відстеження поширення інформації мережами зв'язку, пошуку інформації в мультимедійних базах даних тощо.

Існують два ключових напрямки використання комп'ютерної стеганографії: пов'язаний з цифровою обробкою сигналів (ЦОС) і не пов'язаний. У першому випадку секретні повідомлення вбудовуються у цифрові дані, які як правило мають аналогову природу.

У другому — конфіденційна інформація розміщується в заголовках файлів чи пакетів даних. Однак цей напрямок не знайшов широкого застосування через відносну легкість розкриття і/або знищення прихованої інформації.

Насьогодні існує актуальна науково-технічна проблема удосконалення алгоритмів і методів проведення стеганографічного приховування конфіденційних даних, або захисту авторських прав на певну інформацію. Сьогодні не бракує стеганографічних програм як початкового, так і професійного рівня, але захищеність їх коду не дозволяє простежити методи, закладені в основу алгоритмів їх дії. Компіляція пропонованих текстів має своїм результатом виконувальну програму, алгоритм дії якої неможливо простежити, оскільки остання видає вже готовий результат - заповнений стеганоконтейнер, і практично не існує можливості заздалегідь встановити достатність рівня прихованості конфіденційної інформації у цьому контейнері.

Незважаючи на численні відкриті публікації та щорічні конференції, тривалий час стеганографія не мала усталеної термінології. Основні поняття стеганографії були узгоджені у 1996 р. на 1-й Міжнародній конференції з приховування даних - Information Workshop on Information Hiding'96.



УДК 681.3.07

Динако М. – ст. гр. СІМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛІ СИСТЕМ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Осухівська Г.М.

M. Dynako

*Ternopil Ivan Pul'uj national technical university*

## **MODEL OF PARALLEL DATA PROCESSING SYSTEMS AND PARALLEL PROCESSES**

Supervisor: H. Osuhivska

Ключові слова: модель, паралельні процеси, тупики, синхронізація, критичний ресурс.

Keywords: model, parallel processes, deadlocks, synchronization, critical resource.

Паралельне програмування являє додаткові джерела складності - необхідно явно керувати роботою процесорів та координувати міжпроцесорні взаємодії. Для вирішення завдання на паралельному комп'ютері, розподіляють обчислення між процесорами системи, так щоб кожен процесор був зайнятий вирішенням частини завдання. При цьому часто виникають конфлікти між ступенем розпаралелювання і обсягом комунікацій, тобто чим більша кількість процесорів відводиться для розподілення завдання, тим більший обсяг даних необхідно пересилати між ними. Середовище паралельного програмування повинне забезпечувати адекватне керування розподілом і комунікаціями даних.

Моделі функціонування систем паралельної обробки даних та паралельних процесів забезпечують використання кожного ресурсу, що розділяється тільки одним процесом від моменту виділення ресурсу для опрацювання даного процесу до моменту його звільнення. Алгоритм Декера є узагальненим для довільної кількості процесів та гарантує коректне вирішення проблеми взаємовиключення двох процесів. Проте, таке узагальнення призводить до помітного ускладнення виконуваних дій (наприклад, нераціональне використання процесорного часу).

Семафори Дейкстри широко використовуються для синхронізації і взаємовиключення процесів. Розрізняють семафори загального (семафори-лічильники) та двійкового (м'ютекси) виду. Дана модель вирішує проблеми заборони одночасного виконання та почергового доступу до критичного ресурсу.

Іншим можливим способом моделювання станів і функціонування паралельної програми є використання математичних моделей і методів дослідження дискретних систем, розроблених в рамках теорії мереж Петрі, які у свою чергу, дозволяють визначити наявність тупиків.

В ході дослідження аналізуються різні моделі систем паралельної обробки даних з метою використання однієї із них у розподіленій ґрід-системі, реалізація якої здійснюється у магістерському проекті.

УДК 621.797

Ханенко Г. – ст. гр. КТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ВІЗУАЛЬНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ РОЗРАХУНКУ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Тотосько О.В.

Hanenko H.O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH AND DEVELOPMENT OF VISUAL DISPLAY CALCULATING ENERGY LOSSES IN DISTRIBUTION NETWORKS**

Supervisor: Ph.D. Totosko O.V.

Ключові слова: модель, інтегрування, бази даних

Keywords: model, integration, database

Нині в енергетичній галузі відчувається гостра необхідність проведення заходів зі зменшення втрат електроенергії з одночасним впровадженням сучасних інформаційних технологій. З багатьох розрахунково-аналітичних проблем об'єктивно вирізняється задача з розрахунку та аналізу втрат електроенергії в електричних мережах та структурування їх у різних площинах, що дає змогу оптимально планувати заходи щодо їх зменшення. Оскільки від зменшення втрат залежить підвищення прибутку енергопостачальних компаній, то цей напрямок є досить актуальним і перспективним у плані розробки і впровадження програмних засобів та інформаційних баз даних.

Для підвищення ефективності збереження схем електроенергетичних систем та доступу до їх елементів можна скористатися засобами об'єктно-орієнтованого програмування. Об'єктно-орієнтований є найбільш оптимальним, з точки зору реалізації розрахункових систем такого роду.

До керуючої моделі систем пропонується ввести блоки графічного подання інформації у формі візуальних моделей об'єктів електроенергетичних систем, що дає змогу інтегрувати їх з розрахунковими моделями на рівні керування окремими параметрами. Слід відзначити, що в моделях опису електроенергетичних об'єктів з метою зменшення обсягів пам'яті для зберігання моделей використовується ієрархічно-наслідковий принцип опису модельних об'єктів. Разом з тим для обслуговуючого персоналу здійснюється інформаційно-графічне відображення даних про модель електроенергетичної системи. На основі розрахунку режиму електроенергетичної системи та оцінки втрат електроенергії в заданому режимі проводиться розробка ряду оперативних або стратегічних організаційно-технічних заходів.

На етапі формування розрахункової моделі передуює підготовка інформаційних баз даних, що має бути виконана особливо ретельно, оскільки вони є основним джерелом інформації для формування розрахункової моделі електричної мережі, а значить, можуть вносити систематичну похибку в результати аналізу та структурування втрат електричної енергії. Розробка інтегрованого графічного середовища дозволяє динамічно відображати стан моделі електроенергетичної системи.

УДК 512.77:512.624.95

Циганенко О. – гр. 6.04.51.11.01

*Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця*

## **ЕЛІПТИЧНА КРИПТОГРАФІЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Євсєєв С. П.

Tsyhanenko O.

*Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics*

## **ELLIPTIC CURVE CRYPTOGRAPHY**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Evseev S.

Ключові слова: Еліптичні криві, Алгеброгеометричні коди, Еліптичні коди

Keywords: Elliptic Curve, Algebraic-geometrical codes, Elliptical codes

Засоби й системи криптографічного захисту інформації відіграють важливу роль в сучасних комп'ютерних інформаційних системах, що використовуються в сфері фінансової та комерційної діяльності. Інтерес до них обумовлений не тільки зростаючими суспільними потребами в перекладі економічних і державно-правових відносин на «електронну основу», але і сильно розширилися можливості передачі, обробки та зберігання інформації в розподілених обчислювальних системах. Застосування криптографічних протоколів та криптосистем дозволяє здійснювати різноманітні економічні відносини «дистанційно», виключаючи необхідність особистої зустрічі учасників цих відносин, а також підтримувати при цьому належну фінансову і правову дисципліну. До криптографічних протоколів відносять протоколи шифрування, електронного цифрового підпису (ЕЦП), ідентифікації та протоколи аутентифіцированого розподілу ключів.

У 1985 році Ніл Коблиц та Віктор Міллер незалежно запропонували використовувати в криптографії деякі алгебраїчні властивості еліптичних кривих. З цього моменту почався бурхливий розвиток нового напрямку в криптографії, для якого використовується термін криптографія на еліптичних кривих (Elliptic Curve Cryptography, скорочено ECC). Криптосистеми з відкритим ключем на еліптичних кривих забезпечують таку ж функціональність, як і алгоритм RSA. Проте їх криптостійкість заснована на іншій NP-повній задачі, а саме на проблемі дискретного логарифма в групі точок еліптичної кривої (Elliptic Curve Discrete Logarithm Problem, скорочено ECDLP). В даний час кращі алгоритми для вирішення ECDLP мають експоненціальне час роботи, на відміну від алгоритмів для вирішення проблеми простого дискретного логарифма і проблеми факторизації цілого числа, які мають субекспоненціальне час роботи. Це означає, що в системах на еліптичних кривих бажаний рівень безпеки може бути досягнутий при значно меншій довжині ключа, ніж, наприклад, у схемі RSA. Наприклад, 160-бітний ключ в ECC забезпечує той же рівень безпеки, що і 1024-бітний ключ в RSA [1].

Еліптична крива – це набір точок, описуються рівнянням Вейерштрассе:  
 $y^2 = x^3 + ax + b$ .

У криптографії розглядається два види еліптичних кривих: над кінцевим полем  $Z_p$  – кільце вирахувань по модулю простого числа. І над полем  $GF(2^m)$  – бінарне кінцеве поле.

У еліптичних кривих над полем  $GF(2^m)$  є одна важлива перевага, елементи поля можуть бути легко представлені у вигляді n-бітових кодових слів, це дозволяє збільшити швидкість апаратної реалізації еліптичних алгоритмів [2 – 3].

Одним з основних напрямів використання еліптичних кривих є формування алгеброгеометричних кодів по кривій (еліптичних кодів).

Зафіксуємо кінцеве поле  $GF(q)$ . Нехай  $X$  – гладка проективна алгеброгеометрична крива в проективному просторі  $P_n$  над  $GF(q)$ ,  $g = g(X)$  – рід кривої,  $X(GF(q))$  – множина її точок над кінцевим полем,  $N = X(GF(q))$  – їх число. Нехай  $C$  – клас дивізорів на  $X$  степені  $\alpha > g - 1$ . Тоді  $C$  визначає відображення  $\varphi: X \rightarrow P_{k-1}$ , где  $k \geq \alpha - g + 1$ . Набір  $y_i = \varphi(x_i)$  задає код. Число точок в перетині  $\varphi(X)$  з гіперплощиною дорівнює  $\alpha$ , тобто  $n - d \leq \alpha$ . Ця конструкція дозволяє будувати коди з параметрами  $k + d \geq n - g + 1$ , довжина  $n$  яких менше чи дорівнює числу точок на кривій  $X$ . При  $2g < \alpha \leq n$  алгеброгеометричний код має параметри  $(n, \alpha - g + 1, d)$ ,  $d \geq n - \alpha$ . Двоїстий до нього код також є алгеброгеометричним і має параметри  $(n, n - \alpha + g - 1, d^\perp)$ ,  $d^\perp \geq \alpha - 2g + 2$ . Дано наступне визначення алгеброгеометричного коду: алгеброгеометричний код по кривій  $X$  над  $GF(q)$  – це лінійний код довжини  $n \leq N$ , кодові слова  $C(c_1, c_2, \dots, c_n)$  якого задаються рівністю:

$$\sum_{i=0}^{k-1} i_j F_j(P_i) = C_i$$

де  $P_i(X_i, Y_i, Z_i)$  – проективні точки кривої  $X$ , тобто  $(X_i, Y_i, Z_i)$  – рішення однорідного алгебраїчного рівняння, що задають криву  $X$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $F_j(P_i)$  – значення генераторних функцій в точках кривої.

Це визначення рівнозначне матричному поданню алгеброгеометрично-го коду:

$$G(i_0, i_1, \dots, i_{k-1})^T = (c_0, c_1, \dots, c_{n-1}),$$

де  $G$  – породжуюча матриця розмірності  $k \times n$ ,  $k = \alpha - g + 1$ ,  $\alpha = \deg X \cdot \deg F$ .

$$G = \begin{pmatrix} F_0(P_0) & F_0(P_1) & \dots & F_0(P_{n-1}) \\ F_1(P_0) & F_1(P_1) & \dots & F_1(P_{n-1}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ F_{k-1}(P_0) & F_{k-1}(P_1) & \dots & F_{k-1}(P_{n-1}) \end{pmatrix} = \|F_j(P_i)\|_{n,k}$$

Алгеброгеометричний  $(n, k, d)$  код по еліптичній кривій (еліптичний код) над  $GF(q)$  побудований через відображення виду  $\varphi: EC \rightarrow P_{k-1}$  пов'язаний характеристиками  $k + d \geq n$ , причому:  $n \leq 2\sqrt{q} + q + 1$ ,  $k \geq \alpha$ ,  $d \geq n - \alpha$ ,  $\alpha = 3 \cdot \deg F$  [4 ; 5].

Таким чином, основними перевагами еліптичної криптографії є:

- набагато менша довжина ключа в порівнянні з «класичною» асиметричною криптографією.
- висока швидкість роботи еліптичних алгоритмів. Це пояснюється як розмірами поля, так і застосуванням ближчою для комп'ютерів структури бінарного кінцевого поля.
- через маленьку довжини ключа і високу швидкості роботи, алгоритми на еліптичних кривих можуть використовуватися в смарт-картах та інших пристроях з обмеженими обчислювальними ресурсами.

### Перелік використаних джерел

1. Остапов С.Е. Технології захисту інформації. / С.Е. Остапов, С.П. Євсєєв, О.Г. Король – «Родовід» Чернівці, 2014. – 428 с.
2. Болотов А. Элементарное введение в эллиптическую криптографию / А. Болотов, С. Гашков, А. Фролов, А. Часовских – М.:КомКнига, 2006. – 608с.
3. Lawrence Washington Elliptic curves, Number theory and Cryptography. – CRC Press, 2000. – 430 с.
4. R.J. McEliece. A Public-Key Cryptosystem Based on Algebraic Theory. // DGN Progres Report 42-44, Jet Propulsi on Lab. Pasadena, CA. January – February, 1978. – P. 114-116.
5. Н. Niederreiter. Knapsack-Type Cryptosystems and Algebraic Coding Theory. // Probl. Control and Inform. Theory. – 1986. –V.15. – P. 19-34.

УДК 004.353

Цушко О. – ст. гр. СНМ-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ ВОДОСПОЖИВАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ВОДИ**

Науковий керівник: асистент Шимчук Г. В.

Tsushko O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **A REVIEW OF METHODS AND MODELS FOR URBAN WATER DEMAND FORECASTING**

Supervisor: Assistant Shymchuk G.V.

Ключові слова: urban water demand, forecasting, time series, decision making

Keywords: міське водоспоживання, прогнозування, часові ряди, прийняття рішення

Точне прогнозування міського попиту на воду є основою для прийняття оперативних, тактичних і стратегічних рішень для підприємств водопостачання питної води. Водопостачанню також потрібно точно передбачити попит на воду через 20-30 років в цілях розробки нових джерел води та / або розширення своїх очисних споруд. Вирахування неточності в цих прогнозах допоможе водопостачальникам оптимізувати свої операційні та інвестиційні рішення.

Оглянувши новітню літературу, ми ознайомилися із методами і моделями прогнозування і диференціювали наше дослідження, зосередившись на методах і моделях для даних часових рядів. Як і в інших галузях промисловості, план прийняття рішень є основою для прогнозування у водному секторі. З точки зору рівня планування, всі прогнозування попиту воду можна використовувати для стратегічного, тактичного або оперативного прийняття рішень. Вони стосуються рішень щодо розширення виробничих потужностей, планування інвестицій та експлуатації системи, управління та оптимізації. З точки зору горизонту прогнозування, прогнозування попиту на воду може бути класифіковане як або довгострокове, середньострокове або короткострокове. Крім різних рівнів планування і горизонтів, які ускладнюють міське прогнозування попиту води, прогноз інтересу і детермінанти попиту на воду – дві особливості, які додають складності. Вибір методу залежить від змінних прогнозу і його періодичності.

В рамках дослідження були розглянуті наступні методи і моделі. Метод «Judgmental and Unit Rate» включає в себе використання евристики або методів, заснованих на правилах прогнозувати значення змінної попиту. Метод «Forecasting by Time Series Analysis» ґрунтується на фундаментальному припущенні, що минулі тенденції повторюватимуться в майбутньому. Моделі: «Moving Average and Exponential Smoothing», «Discrete and Continuous –time Stochastic Process», «Time-series Regression», «Scenario-based Approaches and Decision Support Systems», «Artificial Neural Networks», «Composite Forecast».

УДК 004.724.2; 004.738

Шимків В. – ст. гр. СНм-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ МЕРЕЖ НА БАЗІ MPLS**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Shymkiv V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **QUALITY OF SERVICE NETWORKS BASED MPLS**

Supervisor: Majevskiy A.

Ключові слова: мережа, MPLS, канали, комутація.

Keywords: network, MPLS, channels, switching.

Одним з найважливіших вимог, що пред'являються до сучасних мереж передачі даних з комутацією пакетів є забезпечення якості обслуговування (QoS). Сучасна тенденція конвергенції мереж різних типів призвела до необхідності перенесення мережею всіх видів трафіку, а не тільки традиційного для комп'ютерних мереж трафіку додатків доступу до файлів і електронної пошти. Характеристики QoS особливо важливі у випадку, коли мережа передає одночасно трафік різного типу. Це пов'язано з тим, що різні типи трафіку висувають різні вимоги до характеристик QoS і домогтися синхронного дотримання характеристик QoS для всіх видів трафіку вельми складно. Проблема забезпечення заданого QoS на магістральних мережах стоїть особливо гостро у зв'язку з різномірністю і великою кількістю переданих даних. В даному випадку розглянемо методи забезпечення QoS на мережах побудованих з використанням технології багатопротокольної комутації на основі міток Multiprotocol Label Switching (MPLS), яка на сьогоднішній день стала однією з основних для побудови великих мереж операторів, що надають послуги із забезпеченням якості обслуговування.

Для забезпечення відповідного QoS в IP-мережах міжнародна організація Internet Engineering Task Force (IETF) визначила дві основні моделі: Integrated Services (IntServ) і Differentiated Services (DiffServ). Розглянемо дані технології відносно MPLS.

Модель інтегрованого обслуговування IntServ забезпечує наскрізну якість обслуговування, гарантуючи необхідну пропускну спроможність. IntServ використовує для своїх цілей протокол резервування мережевих ресурсів RSVP, який забезпечує виконання вимог до всіх проміжних вузлів. Однак забезпечення якості обслуговування з використанням механізму IntServ, застосовуваного до кожного окремого потоку, не піддається розширенню і складний в реалізації. Тому розроблено новий підхід до забезпечення якості обслуговування за рахунок прийняття за основу об'єднаної моделі для трафіку, в якій різні потоки класифікуються в інтегровані класи і забезпечують відповідну якість обслуговування для класифікованих потоків.

Архітектура DiffServ припускає існування пов'язаних областей мережі (DiffServ-доменив), в межах кожної з яких проводиться єдина політика за класифікацією служб передачі пакетів. В результаті виконання класифікації кожному пакету ставиться у відповідність номер деякого класу обслуговування, реалізованого в даному DiffServ-домени. Такий номер класу обслуговування називається DiffServ CodePoint (DSCP). Вибране значення DSCP записується в заголовок IP-пакету в поле ToS. Для кожного класу обслуговування адміністратор DiffServ-домени може встановити набір вимог до

параметрів QoS. Після класифікації комутатори приводять параметри інформаційних потоків, що надходять в DiffServ-домен, у відповідність до вимог, що встановлюються для обраних класів обслуговування.

MPLS - TE дозволяє створювати комутовані по мітках тракти через ланки мають належні ресурси, тим самим гарантуючи, що для обслуговування потоку завжди буде бути достатня смуга пропускання.

Однак просте поєднання DiffServ і MPLS-TE не дозволяє домогтися бажаного результату. Оскільки MPLS-Traffic Engineering (MPLS-TE) не має інформації про поділ потоків за класами обслуговування QoS і функціонує в доступній смузі пропускання однаково для всіх класів. Для об'єднання Diffserv і Traffic Engineering була розроблена нова модель QoS, що об'єднує все найкраще з них - Diffserv-Aware Traffic Engineering.

УДК 004.724.2; 004.738

Шимків В.- ст. гр. СНм-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СТРУКТУРОВАНІ КАБЕЛЬНІ СИСТЕМИ**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Shymkiv V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **STRUCTURED CABLING SYSTEMS**

Supervisor: Majevskiy A.

Ключові слова: кабельна система, стандарт, правила, розподільчий пункт.

Keywords: cable system, standard, the rules, distribution point.

Кабельна система є найпершою частиною будь-якої інформаційної системи (ІС). Без неї робота обладнання і програмного забезпечення (ПЗ) просто неможлива. Часто приділяють недостатньо уваги якості кабельних систем, і це незважаючи на те, що за статистикою від 70 до 90 відсотків викликає проблеми із структурованими кабельними системами (СКС). Добре спроектована і побудована кабельна система служить близько 15 років практично без відмов. Найчастіше термін перебування підприємства в одному і тому ж будинку набагато менший. Тобто, один раз встановивши "правильну" кабельну систему, можна назавжди забути про неї.

На даний момент всесвітньо визнаний структурований підхід до побудови СКС, тому сучасні кабельні системи називають структурованою кабельною системою або коротко СКС, яка являє собою ієрархічну кабельну систему будівлі або комплексу будівель, розділену на логічні структурні підсистеми. СКС дозволяє об'єднати в єдину систему комп'ютерну, телефонну мережі тощо. Кросові або патч-панелі СКС дозволяють поєднувати різні елементи та обладнання за допомогою з'єднувальних шнурів, роз'ємів, розеток і допоміжного обладнання. СКС забезпечує універсальне керування всіма системами всередині будівлі на основі єдиної для всіх кабельної системи. Вона забезпечує гнучку зміну робочих місць співробітників і повну зміну конфігурації системи, включаючи заміну і додавання обладнання, розширення системи. Для зміни конфігурації СКС, системному адміністратору достатньо перемкнути кабель на патч-панелі з одного гнізда на інше.

СКС складається з наступних основних компонентів:

- горизонтальної кабельної системи;
- вертикальної кабельної системи;
- магістральної кабельної підсистеми;
- комутаційно-розподільчих вузлів;
- підсистеми робочих місць.

В основі побудови СКС, лежить набір вимог і правил, що повинні забезпечити функціонування проектованої системи. Стандарти визначають структуру і параметри слабкострумових кабельних систем, що встановлюються в одній, декількох або комплексі будівель, а також способи організації кабельних каналів, вимоги до приміщень, до управління кабельною системою тощо. У зв'язку з цим всі стандарти СКС можна розділити на три групи:

- стандарти проектування – визначають середовище передачі, параметри роз'ємів, ліній і каналу, зокрема гранично допустимі довжини, способи підключення провідників (послідовність), топологію і функціональні елементи СКС. Додатки доповнюють стандарти в суміжних областях і поділяються на нормативні (частина стандарту) та інформаційні (для відомостей);

- стандарти монтажу – визначають телекомунікаційні аспекти проектування і будівництва (комплексу) будівель. При проведенні монтажу телекомунікаційної інфраструктури можлива як наявність каналів для прокладання кабелів і приміщень для їх комутації і розміщення обладнання, так і проведення робіт "з нуля" по встановленню кабельних систем.;

- стандарти адміністрування – визначають правила документування телекомунікаційної інфраструктури і створюються на базі стандартів проектування та монтажу.

Основними діючими стандартами СКС є: Міжнародний стандарт ISO/IEC 11801-2002. Інформаційні технології. Створення структурованих кабельних систем в будівлях; Європейський стандарт EN 50173. Інформаційні технології. Створення телекомунікаційних мереж в офісних будівлях; Американський стандарт ANSI/TIA/EIA-568-a. Стандарт прокладання телекомунікаційних кабельних систем в комерційних будівлях.

Кабельна система складається з таких підсистем:

а) Магістральна підсистема території – з'єднує головний розподільчий пункт із розподільчим пунктом будівлі, зазвичай розташованих в різних будівлях. Система складається з магістральних кабелів території, механічного закінчення кабелів (у головному розподільчому пункті і в розподільчих пунктах поверху), кросових з'єднань в головному розподільчому пункті. Кабелі системи можуть з'єднувати розподільчі пункти будівлі між собою.

б) Магістральна підсистема будівлі підприємства – з'єднує розподільчий пункт будівлі із розподільчим пунктом поверху. Система складається з магістральних кабелів будівлі, механічного закінчення кабелів (у розподільчому пункті будівлі і в розподільчих пунктах поверху), кросових з'єднань в розподільчому пункті будівлі. Кабелі системи не можуть мати точок переходу, а мідні кабелі виконуються без зрощення.

в) Горизонтальна підсистема – з'єднує розподільчий пункт поверху (РПП) із телекомунікаційними роз'ємами (ТР) на робочих місцях. Горизонтальна підсистема включає горизонтальні кабелі, механічне закінчення кабелів (роз'єми) в РПП, комутаційні з'єднання в РПП і телекомунікаційних роз'ємах. У горизонтальних кабелях не допускаються розриви. При необхідності допускається одна точка переходу. Всі пари і волокна телекомунікаційного роз'єму мають бути безперервними по всій довжині від РПП до ТР.

г) Підсистема робочого місця – з'єднує телекомунікаційний роз'єм робочого місця з термінальним устаткуванням.



УДК 004.8

Шклярук М., Карнаухов О.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЬ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМУ ВІДМІНЮВАННЯ ВЛАСНИХ ІМЕННИКІВ В УКРАЇНСЬКІЙ МОВІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Козак Р. О.

Shkliaruk M., Karnaukhov O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **IMPLEMENTATION THE MODEL OF DECLINATION ALGORITHM OF PROPER NOUNS IN UKRAINIAN**

Supervisor: Kozak R. O.

Ключові слова: відмінювання слів, лінгвістика, алгоритм

Keywords: declination of words, linguistics, algorithm

У наші дні інтенсивний розвиток інформаційних технологій призводить до їх залучення у все більшу кількість сфер діяльності людини. Однією з таких сфер є електронний документообіг. Як наслідок широкого розповсюдження набувають програмні застосунки для автоматизації обробки текстової інформації.

Описом природніх мов за допомогою математичних моделей займається напрямок штучного інтелекту – комп'ютерна лінгвістика. Одним з завдань лінгвістики є синтаксичний аналіз і генерація мовних конструкцій. Оскільки українська мова належить до синтетичних мов (відношення між словами виражаються завдяки формам слів), то важливим аспектом автоматизованої генерації мови є відмінювання слів. Якщо розглядати завдання генерації мовних одиниць в системах електронного документообігу, то тут з просто відмінювання слів можна окремо виділити відмінювання власних назв, а саме прізвищ, імен та по батькові.

Незважаючи на складність правил словотворення в українській мові, для відмінювання власних назв достатньо у слові виділити його закінчення і букву, що йому передує. В загальному випадку цю схему відмінювання можна легко реалізувати у програмному забезпеченні. Окремим випадком є слова-винятки, які можна винести у словник винятків. Загальна схема алгоритму зображена на рисунку 1.



Рисунок 1. Схема алгоритму відмінювання власних іменників

Описаний алгоритм реалізовано у програмному застосунку, використовуючи засоби об'єктно-орієнтованої мови C# з використанням платформи .NET. Створена програма дасть можливість збільшити рівень автоматизації словотворення у системах електронного документообігу.

УДК 004.724

Юзва І. – ст. гр. СІ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ У МЕРЕЖАХ З ДУПЛЕКСНИМИ КАНАЛАМИ ЗВ'ЯЗКУ**

Науковий керівник: асистент Жаровський Р.О.

Yuzva I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **FEATURES OF MODELING ROUTING PROCESSES IN NETWORK WITH FULL-DUPLEX COMMUNICATION CHANNELS**

Supervisor: Zharovsky R. O.

Ключові слова: маршрутизація, протокол

Keywords: routing, protocol

Для забезпечення заданих показників щодо якості обслуговування в мережах наступного покоління у першу чергу необхідно ефективно вирішити завдання мережевого рівня еталонної моделі взаємодії відкритих систем, а саме - завдання маршрутизації. Хоча в основі сучасних протоколів маршрутизації покладені графові моделі, найбільш перспективними є потокові.

Потокові моделі орієнтовані на телекомунікаційні мережі (ТКМ) з симплексними каналами. Однак сьогодні ТКМ представлені переважно дуплексними каналами, тому моделювання і вирішення завдання маршрутизації для даних мереж набуває актуальності. Щоб врахувати характер дуплексних каналів, як правило, в поточкових моделях кожен дугу замінюють двома дугами, спрямованими в протилежні сторони, при цьому їх сумарна пропускна здатність залишається рівною пропускній здатності модельованого дуплексного каналу зв'язку. Проте дослідження поточкових моделей з використанням даного підходу показали, що він не завжди приводить до правильних результатами. Зокрема, проведено моделювання задачі маршрутизації з урахуванням балансування навантаження, описаної поточковими моделями. Результати моделювання показали, що по одному і тому ж каналу передавався один і той же трафік в різних напрямках одночасно, що є неприпустимим і говорить про неадекватний опис процесу маршрутизації в рамках даних моделей.

Для усунення даної проблеми в задачі маршрутизації пропонується використання цільової функції заснованої на метриці протоколу IGRP. В якості іншого методу пропонується введення в завдання маршрутизації додаткових умов, які б забезпечили симплексну передачу трафіку по каналах ТКС. Дані умови були виведені в результаті проведеного аналізу поточкових моделей і розглянуті в доповіді. Використання запропонованих умов обмеження, хоча і призводить до нелінійності моделі, дозволяє так вирішити завдання маршрутизації, що розподіл мережевих ресурсів зберігає збалансований характер рішення.

УДК 004.891

Нагорний Н. – ст. гр. СНм-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Козак Р.О.

Nagornyy N.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DISTRIBUTED COMPUTING SYSTEM**

Supervisor: Kozak R.

Ключові слова: GRID, обчислення, система.

Keywords: GRID, calculation, system.

Розподілені обчислення включають в себе велику різноманітність понять, пов'язаних із спільним використанням обчислювальних ресурсів. Системи, що забезпечують виконання розподілених обчислень називаються GRID-системами. GRID є ідеалізованою системою, яка надає користувачам прозорий доступ до величезних ресурсів багатьох типів, у тому числі процесорів, ресурсів зберігання, мережевих ресурсів, сховищ та баз даних.

Термін «GRID-обчислення» з'явився на початку 1990-х років, як метафора про таку ж легкість доступу до обчислювальних ресурсів, як і до електричної мережі. Енергосистема, в даному випадку, аналогічна GRID-системі в тому, що забезпечує прозорий доступ до електроенергії по вимозі. В обох мережах джерело енергії є невідомим для користувача; до тих пір, поки його вимоги не будуть виконані, вони не мають детальної інформації про систему.

GRID обчислення на даний момент включають в себе масштабований і прозорий обмін гетерогенними обчислювальними ресурсами на великих географічних відстанях і через адміністративні кордони.

Сфери застосування сучасних GRID-систем дуже різноманітні та їх кількість швидко зростає. Спочатку GRID-технології призначалися для вирішення складних наукових, виробничих та інженерних задач, які неможливо вирішити в розумні терміни на окремих обчислювальних установках. Однак тепер сфера застосування технологій GRID не обмежується лише цими типами задач. В міру свого розвитку GRID проникає в промисловість і бізнес, великі підприємства створюють GRID для вирішення власних виробничих завдань. Таким чином, GRID претендує на роль універсальної інфраструктури для обробки даних, в якій функціонує безліч служб (Grid Services), які дозволяють вирішувати не тільки конкретні прикладні задачі, а й пропонують сервісні послуги: пошук необхідних ресурсів, збір інформації про стан ресурсів, зберігання і доставка даних.

Застосування GRID може дати нову якість вирішення наступних класів задач: масова обробка потоків даних великого об'єму; багатопараметричний аналіз даних; моделювання на віддалених суперкомп'ютерах; реалістична візуалізація великих наборів даних; складні бізнес-додатки з великими об'ємами обчислень.

УДК 004.4'2; 004.652.4

Матвійчук Т. – ст. гр. СНМ-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОДИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОШУКУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Мацюк О.В.

Matviichuk T.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **METHODS OF INFORMATION RETRIEVAL**

Supervisor: Matsiuk O.

Ключові слова: пошук, запит, метод.

Keywords: search, inquiry, method.

Інформаційний пошук [1] – це сукупність операцій, необхідних для отримання інформації, що відповідає запиту користувача.

Він виконується за певними правилами, які визначають стратегію пошуку, тобто способи досягнення оптимального результату. Стратегія інформаційного пошуку залежить від типу пошукової задачі, критеріїв видачі і характеру діалогу між споживачами інформації і інформаційно пошукової системи (ІПС).

В загальному вигляді процедура інформаційного пошуку полягає в уточненні інформаційної потреби і формулюванні запиту, визначенні сукупності інформаційних масивів, вилученні інформації з інформаційних масивів, ознайомленні користувача з отриманою інформацією і оцінювання результатів пошуку.

При постановці пошукової проблеми користувач формулює точне визначення і фіксує те, що буде шукати і в якій області знань. Таким чином здійснюється звуження області пошуку.

На етапі створення тезаурусу проблеми користувач складає перелік слів, які найбільш повно відображають предметну область або проблему, що була визначена. Як рекомендують спеціалісти з бібліографічного пошуку, цей перелік повинен мати приблизно 10-15 слів.

В залежності від поставленого завдання тезаурус може бути складений на декількох мовах для пошуку серед вітчизняних та закордонних джерел інформації. Робота над тезаурусом ведеться весь час, і в процесі виявлення нових термінів вони тут же додаються до тезаурусу. Найбільш прийнятною є структура тезаурусу у вигляді семантичних зрізів. В цьому випадку для кожного основного терміну окремо будується таблиця для супутних та шумових слів.

Джерела інформації для пошуку вибираються виходячи з характеру проблеми та можливостей користувача.

На етапі виконання пошуку користувач складає пошукові запити з використанням тезаурусу і реалізує їх методами пошуку, які специфічні для даного ресурсу.

Запити необхідно складати таким чином, щоб область пошуку була максимально конкретизована та звужена. Доцільно віддавати перевагу декільком вузьким запитам ніж одному, але розширеному. В загальному випадку для кожного основного поняття з тезаурусу готується окремий пакет запитів. Після чого проводиться пробне виконання

запитів - для уточнення та доповнення тезаурусу, в тому числі для відсікання шумової інформації.

В результаті пошуку користувач отримує множину документів, які надалі необхідно проаналізувати і вирішити наскільки повно вони покривають поставлену пошукову проблему. Перелік ресурсів, отриманих в результаті запиту, рекомендується обробляти в два етапи. На першому етапі відсікаються вочевидь нерелевантні джерела і уточнення тезаурусу та модифікації подальших запитів. На другому етапі обробки користувач послідовно вивчає кожен з знайдених ресурсів для безпосереднього аналізу інформації, що знаходиться в них.

Якщо, оцінюючи результати пошуку, користувач прийшов до висновку, що знайдена вся необхідна інформація, тоді пошук можна припинити. У зворотній ситуації (неповні відомості) користувачеві доведеться приймати рішення про те, на якому з етапів була допущена помилка, і спробувати виправити її, після чого повторити процес пошуку з цього місця заново. В цьому випадку можливі три варіанти: невірно складений тезаурус проблеми, невірно обране інформаційне джерело користувач скористався недоцільними методами пошуку

Стандартну модель інформаційного пошуку представлено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Класична модель інформаційного пошуку

Процес пошуку базується на використанні визначеної моделі пошуку. Модель пошуку характеризується наступними параметрами:

- форма подання документів и запитів;
- критерій змістовної відповідності;
- методи ранжування результатів запитів;
- механізм зворотного зв'язку для оцінювання релевантності документів.

На даний момент широко використовуються наступні методи інформаційного пошуку: метод, базований на булевій моделі; метод, базований на векторно-просторовій моделі; метод, базований на ймовірнісній моделі; метод, базований на дескрипторній моделі; метод, базований на класифікаторах.

Література:

1. Ландэ Д.В. Поиск знаний в INTERNET. Профессиональная работа / Д.В. Ландэ; пер. с англ.; [глав. ред. А.В. Слепцов] – М.: «Вильямс», 2005. – 352 с. – ISBN: 5-8459-0764-0.

УДК 004.412

Писаренко А. – ст. гр. СНМ-52

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТРИКИ ТА КРИТЕРІЇ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Мацюк О.В.

Pysarenko A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **METRICS AND CRITERIA SOFTWARE TESTING**

Supervisor: Matsiuk O.

Ключові слова: тест, метрика, критерій.

Keywords: test, metric, criterion.

При проведенні тестування необхідно визначити критерії закінчення процесу тестування. Адже недолік тестування може призвести до випуску продукту з критичними дефектами. А «зайве» тестування може потребувати значних коштів, затримувати випуск продукту та відволікати тестувальників від пріоритетних робіт.

Щоб прийняти рішення про припинення тестування, вибрати оптимальний набір тестів тощо використовуються метрики тестування та якості. Вони дозволяють оцінити покриття коду продукту тестами, спрогнозувати кількість не знайдених дефектів та оцінити характеристики тестованої системи.

Також у теорії тестування важливого значення набуває поняття критеріїв покриття тестування, що відрізняються від метрик тестування тим, що вони дозволяють визначати ступінь покриття проєктованого продукту тестами і часто використовуються для визначення метрик тестування.

Наведемо приклади найпоширеніших критеріїв покриття при тестуванні функціональних вимог відповідно до методології RUP.

При тестуванні функціональних вимог можуть бути виділені, принаймні, два типи покриття: засноване на специфікації та засноване на коді.

Підхід, заснований на специфікації або на вимогах (Specification-Based Coverage or Requirements-based Test Coverage) оцінює ступінь покриття, беручи до уваги вимоги замовника або системні специфікації. В цьому випадку основою може бути, наприклад, таблиця вимог, use case модель та діаграма станів-переходів. Набір тестів повинен покривати всі або конкретно визначені функціональні вимоги. На практиці це найчастіше реалізується в такий спосіб: замовник (або системний аналітик) складає набір вимог, що можуть бути переведені в тестові сценарії. Після чого ці сценарії можуть бути перевірені на правильність і повноту. Таким чином, даний критерій показує в процентному відношенні кількість покритих тестами вимог і найчастіше використовується при тестуванні методом «чорного ящика».

Покриття, засноване на коді (Code-Based Coverage) має відношення до потоку управління і потоку даних програми. Найчастіше цей критерій використовується при тестуванні методом «білого ящика».

Основні критерії покриття тестування коду такі:

– покриття рядків (Line Coverage) – міра покриття коду, яка вказує процентне відношення рядків програми, порушених тестами, до загального числа

рядків. Це дуже неточна метрика, тому що навіть сто відсоткове покриття згідно неї пропускає багато помилок.

– покриття гілок (Branch Coverage). Це міра покриття коду вказує у відсотковому відношенні, скільки гілок потоку управління було протестовано під час тесту. Вона надійніше метрики покриття рядків, але також не гарантує відсутність помилок навіть при стовідсотковому покритті.

– покриття шляхів (Path Coverage). Ця одиниця вимірювання характеризує відсоток різноманітних шляхів (і/або комбінацій гілок), які покриваються тестами. Однак, навіть не дивлячись на 100-відсоткове покриття (досягти якого практично нереально в комерційних системах) приховані помилки все ще можуть бути присутніми.

УДК 004.4'2; 004.652.4

Бутрин Л. – ст. гр. СНм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РЕЛЯЦІЙНА МОДЕЛЬ БАЗИ ДАНИХ**

Науковий керівник: ас. Маєвський О.В.

Butryn L.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RELATIONAL DATABASE MODEL**

Supervisor: Majeovski A.

Ключові слова: реляційна база даних, моделі даних.

Keywords: relational database, data model.

База даних (БД) – впорядкований набір логічно взаємопов'язаних даних, що використовуються спільно та призначена для задоволення інформаційних потреб користувачів.

Система управління базами даних (СУБД) поєднує інформацію з різних джерел в одній реляційній базі даних. Створювані форми, запити і звіти дозволяють швидко та ефективно оновляти дані, отримувати відповіді на питання, здійснювати пошук потрібних даних, аналізувати дані, друкувати звіти, діаграми і поштові наклейки.

Реляційна база даних – це база даних, в якій усі дані, доступні користувачу, організовані у вигляді таблиць, а всі операції над даними зводяться до операцій над цими таблицями. Для представлення реляційних баз даних розроблена формальна теорія баз даних, теоретичну основу якої складає алгебра та математична логіка. Реляційна модель орієнтована на організацію даних у вигляді двовимірних таблиць. Кожна реляційна таблиця являє собою двовимірний масив.

Реляційна модель бази даних (relational database model) для зберігання і організації інформації використовує атрибути (стовпці) і записи (рядки). Реляційна модель бази даних в даний час є найбільш широко використовуваної моделлю. Реляційна база даних складається з двовимірних таблиць, кожна таблиця містить унікальні рядки, стовпці та комірки. Кожна комірка містить тільки одне значення даних, що представляє собою конкретне значення атрибута відповідного запису.

Ієрархічна модель бази даних (hierarchical data model) об'єднує пов'язані записи і поля в логічну деревоподібну структуру. Ця структура і взаємозв'язки між елементами даних, відрізняються від тих, які використовуються в реляційній базі даних. В

ієрархічній базі даних батьківські елементи можуть мати дочірні елементи (один, декілька або жодного). Деревоподібна структура має гілки, кожна гілка має безліч листів – полів даних. В таких базах даних є добре відомі, заздалегідь визначені шляхи доступу до даних, але вони не настільки гнучкі при створенні відносин між елементами даних, в порівнянні з реляційними базами даних. Ієрархічні бази даних доцільно використовувати для зберігання даних, що мають відношення «один-до-багатьох».

Об'єктно-орієнтована база даних (object-oriented database) призначена для роботи з різними типами даними (зображення, аудіо, документи, відео). Система управління об'єктно-орієнтованими базами даних (ODBMS – object-oriented database management system) більш динамічна за своєю природою, ніж реляційна СУБД, оскільки вона створює об'єкти при необхідності, а дані і процедури (названі методами) при запиті об'єкта надаються разом з ним. При роботі з реляційною базою даних, програма має використовувати свої власні процедури для отримання даних з бази даних та їх обробки. Реляційна база даних не надає процедур, як це робить об'єктно-орієнтована база даних. Об'єктно-орієнтована база даних використовує класи для визначення атрибутів і процедур її об'єктів.

Мови реляційного числення базуються на класичному численні предикатів. Вони надають користувачу набір правил для написання запитів до баз даних. В такому запиті міститься лише інформація про бажаний результат. На основі запиту система керування базами даних автоматично, шляхом формування нових відношень, формує бажаний результат. Мови реляційного числення є не процедурними. Загальним для різних видів серверів баз даних є використання реляційної мови SQL (Structured Query Language) для реалізації запитів до даних.

Бази даних Microsoft SQL Server вимагають ретельного розподілу дискового простору і моніторингу доступності цього простору. Зупинка через відсутність вільного простору в БД може викликати серйозні наслідки. Установка і супровід Microsoft SQL Server не дуже проста для відділів або робочих груп, особливо якщо ресурси апаратури обмежені. Ці особливості відбиваються на витратах як постачальників так і покупців рішень на основі MS SQL. Покупець не завжди може мати досить кваліфікованого адміністратора БД, щоб правильно розподіляти простір БД і керувати ресурсами SQL-сервера. SQL Server - сервер баз даних, реалізує підхід «клієнт-сервер». Головні переваги: висока ступінь захисту даних, потужні засоби для обробки даних, висока продуктивність. Область застосування: зберігання великих обсягів даних, зберігання даних, що вимагають дотримання режиму секретності.

SQL Server - це серверна реляційна СУБД, яка забезпечує однотипний метод доступу клієнтів до бази даних і розподіл «обов'язків» між клієнтом і сервером. Основними компонентами SQL Server є реляційна база даних, мова Transact-SQL та графічні інтерфейси користувача.

Збереження БД в архів повинне виконуватися періодично. Підтримується два типи backup, підтримуваного SQL Server – повний (full) і збереження змін (incremental). Повний backup створює повний образ бази даних включаючи системні таблиці і файли протоколів. Backup із збереженням (incremental) робить тільки копію файлів протоколів. Адміністратор БД повинен чітко виконувати послідовні full і incremental backup. Це необхідно тому, що backup не скидає файли протоколів. Якщо не робити періодично incremental backup, то файли протоколів можуть переповнитися, і СУБД в результаті зупинить свою роботу. Така зупинка вимагає втручання кваліфікованого адміністратора БД для усунення проблем. Це також блокує роботу користувачів на якийсь час, потрібне для відновлення БД в робочий стан.

Архітектура SQL Server вимагає, щоб адміністратор встановив контрольні точки для БД. Контрольні точки - це інтервали часу, через які відбувається запис накопичених в кеші SQL-сервера змін на диск.



УДК 004.891

Лис В. – ст. гр. СНм–51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ІНТЕРНЕТ–МАГАЗИНОМ**

Науковий керівник: Шимчук Г.В.

Lys V.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## **DEVELOPMENT OF A MANAGEMENT SYSTEM ONLINE STORE**

Supervisor: Shymchuk G.

Ключові слова: контент, система управління, інтернет–магазин.

Keywords: content, management system, online store.

Інтернет–магазин – це місце в [інтернеті](#), де відбувається прямий продаж товарів [споживачеві](#), враховуючи доставку. При цьому розміщення споживацької інформації, замовлення [товару](#) і угода відбуваються там же, всередині мережі (на [сайті](#) інтернет–магазину).

Важливим елементом інтернет–магазину є оновлення наявного [асортименту](#) (продуктів і товарів, та їх кількість), можливість додавати товари до «кошику», вхід для зареєстрованих користувачів. У деяких випадках можна використовувати систему оплати через інтернет ([електронні гроші](#)), у простішому випадку оплата відбувається звичайними грошми через [банк](#) на рахунок, роздрукований з сайту. Оплата через інтернет передбачає необхідність створення кількох облікових записів (принаймні двох), але у деяких випадках системи оплати можуть бути пов'язаними з магазином.

Концепція управління інтернет–магазином – це комплекс взаємопов'язаних дій для досягнення поставлених цілей. Цими цілями є: отримання або збільшення прибутку, задоволення потреб споживача, підвищення ефективності роботи інтернет–магазину. Досягти ці цілі можна шляхом пропозиції конкурентоспроможного товару за низькими цінами, вдосконалення бізнес–процесів в інтернет–магазині, впровадження нового програмного забезпечення. Основними завданнями управління інтернет–магазину є вивчення споживчого попиту і тенденції його зміни в майбутньому, аналіз інтернет–ринку, виявлення незадоволеного попиту покупців, вивчення конкурентів. Таким чином в основі концепції управління інтернет–магазином лежать вимоги інтернет–ринку, існуючі та потенційні потреби споживачів.

Основними функціями управління інтернет–магазину є: планування (стратегічне та поточне), організація бізнес–процесів, мотивація і контроль, облік і аналіз. Планування – це найважливіша функція управління інтернет–магазином, принципами якої є безперервність, точність, гнучкість, економічність. Організація бізнес–процесів являє собою сукупність операцій, які забезпечують найбільш доцільне використання функцій з метою виконання встановлених планових завдань. Система мотивацій являє собою сукупність заохочень і винагород за виконання певної роботи з найбільшою ефективністю. Для визначення оцінки мотивації вдаються до контролю, який полягає у спостереженні за ходом виконання даної роботи. За допомогою обліку результатів роботи інтернет–магазину досягається аналіз його роботи. Проаналізувавши результати, можна приступати до нового етапу планування.

Необхідність покращення системи управління продиктована багатьма факторами, серед яких оптимізація структури інтернет-магазину, її функцій, впровадження новітніх технологій, програмного забезпечення. Але щоб поліпшити роботу інтернет-магазину необхідно провести дослідження систем управління. До 2012 року стали широко використовуватися комплексні методи, які являють собою сукупність маркетингових досліджень, метою яких є збір інформації про конкурентів для удосконалення процесу управління інтернет-магазином. І ґрунтуючись на показаннях досліджень проведених в 2012 році, основною причиною розширення асортименту товарів, поліпшення якості обслуговування в інтернет-магазині є рушійна сила конкурентності та адаптація під споживчий попит. Для проведення дослідження систем управління можна виділити наступні основні аспекти: соціально-демографічні характеристики, засоби пошуку інтернет-магазинів, фактори, що впливають на вибір інтернет-магазину, асортимент товарів, що купуються і частота здійснення покупок в інтернет-магазині, способи оплати, думки респондентів, побажання та пропозиції респондентів. Таким чином, дослідження системи допомагають визначити слабкі та сильні місця в управлінні інтернет-магазином, виділити цільові сегменти для прогнозування та удосконалення управління, оцінки чинного управління інтернет-магазином.

Ефективність управління інтернет-магазином визначається в управлінні окремих функціональних підсистем, що в свою чергу полягає в збалансованому управлінні всіх підсистем на рівні генерального менеджменту. Великий вплив на ефективність управління має величина організації та кількість її співробітників. Так само необхідно враховувати способи досягнення цілей і запланованих результатів. На ефективність управління інтернет-магазином впливає ряд внутрішніх факторів: потенціал працівників, здатність для виконання певного кола обов'язків, соціальні аспекти персоналу і колективу, культура організації. Тому ефективність управління інтернет-магазином залежить не тільки від зовнішніх показників (орієнтованість на ринок, споживача), але і від спланованої і чітко організованої роботи колективу. Оцінка ефективності управління інтернет-магазином проводиться шляхом зіставлення отриманого результату у вигляді прибутку та оцінки витрат на управління. Для підвищення ефективності роботи інтернет-магазину потрібно визначити організованість системи управління, яка залежить від чіткої структури організації та діяльності всіх її підрозділів в єдиному напрямку для досягнення поставлених цілей.

Для того, щоб інтернет-магазин видавав інформацію залежно від запитів, надавав можливості пошуку тощо – на сервер встановлюється підтримка скриптів (наприклад [PHP](#), [Perl](#)). У більш комплексному варіанті, програма інтернет магазину — це [система управління вмістом сайту](#), яка вже має підтримку [скриптів](#), надає можливість в он-лайнному режимі (головним чином через [інтернет](#)) і в межах наявного асортименту виконувати купівлю потрібних [товарів](#).

Управляти інтернет-магазином і його вмістом простіше використовуючи систему управління контентом ([програмне забезпечення](#) для організації [веб-сайтів](#) чи інших інформаційних ресурсів в [Інтернеті](#) чи окремих [комп'ютерних мережах](#)). Завдяки їхній функціональності їх можна використовувати в різних компаніях. Незважаючи на широкий вибір інструментальних та технічних засобів, наявних в CMS, існують загальні для більшості типів систем характеристики. Системи управління [веб-сайтом](#) часто розраховані на роботу у певному програмному середовищі. Тому для її роботи потрібно, щоб на [сервері](#), де вона розміщена, були встановлені [веб-сервер](#) ([Apache](#), [IIS](#) чи інший), підтримка PHP та системи керування базами даних MySQL або PostgreSQL, а також, в разі необхідності, додаткові програми для обробки зображень чи математичних формул. Таким чином досягається підвищення ефективності і зручності управління інтернет-магазином.

Секція:

Математика

УДК 517.944

Вдовиченко П. - ст. гр. МІ-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ІНТЕГРУВАННЯ ЛІНІЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ СТЕПЕНЕВИХ РЯДІВ

Науковий керівник: канд.фіз.-мат. наук, доцент Фурсевич Л.В.

Vdovychenko P.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## INTEGRATION OF LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS ACCORDING TO THE POWER SERIES METHOD

Supervisor: Fursevych L.V.

Ключові слова: диференціальне рівняння, аналітична функція.

Keywords: differential equations, analytical function.

Інтегрування диференціальних рівнянь досить рідко зводиться до квадратур. У цих випадках застосовуються інші методи, найпоширенішими з яких є метод степеневих рядів. Метод степеневих рядів для лінійного однорідного диференціального рівняння зі змінними коефіцієнтами

$$y' + h_1(t)y + h_2(t)y = 0. \quad (1)$$

ґрунтується на такому твердженні :

Нехай у рівнянні ( 1 ) функції  $h_1(t)$ ,  $h_2(t)$  аналітичні в інтервалі  $(t_0 - r, t_0 + r)$  :

$$h_1(t) = \sum_{\kappa=0}^{\infty} p_{\kappa} (t-t_0)^{\kappa}, \quad h_2(t) = \sum_{\kappa=0}^{\infty} q_{\kappa} (t-t_0)^{\kappa}. \quad (2)$$

Тоді будь-який розв'язок  $y(t)$  цього рівняння є аналітичною функцією в інтервалі  $(t_0 - r, t_0 + r)$  :

$$y(t) = \sum_{\kappa=0}^{\infty} a_{\kappa} (t-t_0)^{\kappa}. \quad (3)$$

В околі точки аналітичності  $t_0$  розв'язок рівняння (1) шукають у вигляді (3), де числа  $a_0, a_1, \dots$  підлягають визначенню. Ілюструється застосування цього методу на прикладі.

Розв'язати задачу Коші  $y' + ty' + y = 0$ ,  $y(0) = 1$ ,  $y'(0) = 0$ .

Коефіцієнти  $h_1(t) = t$ ,  $h_2(t) = 1$  є аналітичними функціями при  $|t| < +\infty$ . Розв'язок задачі Коші знаходиться у вигляді  $y = \sum_{\kappa=0}^{\infty} a_{\kappa} t^{\kappa}$  ( $a_0 = 1, a_1 = 0$ ). Підставляючи цей вираз у рівняння та прирівнюючи до нуля коефіцієнти при  $t^{\kappa}$  ( $\kappa = 0, 1, 2, \dots$ ) та враховуючи, що

$$a_0 = 1, a_1 = 0, \text{ дістанемо: } \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^m t^{2m}}{(2m)!!} = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(t/2)^m}{m!} = e^{-t^2/2} \quad (t \in R).$$

УДК 536.2

Биків Н. - ст. гр. МБ - 11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## РОЗВ'ЯЗОК ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ДРУГОГО ПОРЯДКУ

Науковий керівник: канд. фіз. – мат. наук, доцент Шелестовський Б.Г.

*Bykiv N.*

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## SOLUTION OF THE FOURTH ORDER DIFFERENTIAL EQUATION

Supervisor: Shelestovsky B.

Ключові слова: диференціальне рівняння, прогин пластинки.

Key words: differential equation, deflexion of a plate.

Рівняння кривої прогинів елементарної полоски рівномірно навантаженої прямокутної пластинки має вигляд:

$$D \frac{d^2 w}{dx^2} = -M, \quad (1)$$

де  $M$  - згинний момент,  $D$  - стала.

Якщо інтенсивність рівномірного навантаження позначити через  $q$ , а осеву силу  $S$ , то

$$M = \frac{q\ell}{2}x - \frac{qx^2}{2} - SW. \quad (2)$$

$$\frac{d^2 w}{dx^2} - \frac{Sw}{D} = -\frac{q\ell x}{2D} + \frac{qx^2}{2D}. \quad (3)$$

Позначимо  $\frac{S}{D} = \frac{4u^2}{\ell^2}$ , тоді рівняння набуде вигляду

$$\frac{d^2 w}{dx^2} - \frac{4u^2}{\ell^2} w = -\frac{2qu^2 x}{S\ell} + \frac{2qu^2 x^2}{S\ell^2}. \quad (4)$$

Загальний розв'язок рівняння (4):

$$W = C_1 sh \frac{2ux}{\ell} + C_2 ch \frac{2ux}{\ell} + \frac{q\ell^3 x}{8u^2 D} - \frac{q\ell^2 x^2}{8u^2 D} - \frac{q\ell^4}{16u^4 D}. \quad (5)$$

Сталі  $C_1$  і  $C_2$  визначаються з початкових умов:  $w(0) = w(\ell) = 0$ .

$$C_1 = \frac{q\ell^4}{16u^4 D} \frac{1 - ch 2u}{sh 2u}, \quad C_2 = \frac{q\ell^4}{16u^4 D}.$$

$$W = \frac{q\ell^4}{16u^4 D} \left( \frac{1 - ch 2u}{sh 2u} \cdot sh \frac{2ux}{\ell} + ch \frac{2ux}{\ell} - 1 \right) + \frac{q\ell^3 x}{8u^2 D} - \frac{q\ell^2 x^2}{8u^2 D}. \quad (6)$$

УДК 621.326

Дранівський М. – ст. гр. ОКС-206

*Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## **ЕЛЕМЕНТИ НАРОДНОЇ МАТЕМАТИКИ**

Науковий керівник: викладач-методист Школьна В.С.

Dranivskyu M.

*Technical College Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ELEMENTS OF FOLK MATHEMATICS**

Supervisor: lecturer-methodologist Shkolna V.

Ключові слова: народна математика, міра.

Keywords: folk mathematics, dimension.

Для математики нового століття стало характерним звернення до коріння математичних теорій і методів. Тому на сьогодні важливим стає ознайомлення студентів з елементами історії математики, етимологією понять, метрологією, з народною математикою (стародавні задачі прикладного характеру, народні міри і обчислення, раціональні способи усних обчислень, старовинне математичне письмо тощо). На потребу такої перебудови вказує висловлювання відомого вченого Г. Ващенко: «... Ніщо так не допомагає утримувати у пам'яті відомі істини, як історія їх походження. Математика, висвітлена історичними даними, стає більш живою і цікавою». Народна математика — це пройдений етап, який носить історичну цінність.

Використовувати елементи народної математики рекомендовані такі відомі математики, як М. Кравчук, Л. Граціанська, М. Чайковський, В. Левицький, Н. Вірченко, О. Астряб, О. Дубинчук та інші.

У нашій роботі ми розглянемо основні елементи народної математики.

З розвитком міжнародної торгівлі виникла потреба встановити єдину систему мір. Частина з них ще й понині побутує у народній термінології, наприклад: міри довжини, які використовували за одиницю вимірювання розміри частин людського тіла(стопа, крок, розмах рук, лікоть, долоня, палець), міри сипких тіл і рідин(об'єм і маса), які були найрізноманітнішими у різних частинах України(бочка, відро, пляшка, кіло, фунт, корець,) та грошові міри(гривня, злотий, копа грошей, сороківка).

Значного розвитку математичні знання набули ще в часи Київської Русі. Незважаючи на всю різноманітність лічби, основною системою числення в українців була десяткова. Здебільшого населення використовувало прості прийоми лічби, та деякі селяни могли за допомогою прийомів усного числення обчислити рахункових операцій з натуральними числами, такі як множення і ділення на 4 і на 8, множення на 5, на 25, на 9 і на 11.

Стародавні задачі прикладного змісту містили матеріал народознавчого характеру, що сприяло кращому засвоєнню і практичному використанню даних задач, наприклад, для побудови клунь, визначення висоти неосяжного предмету, або об'єму хати, розрахунку площі ділянки поля, виготовлення бочок тощо.

Отже, вивчення народної математики є дуже важливим для глибокого висвітлення культури народу і пізнання його мудрості.

УДК 517.9

Ласько В. – ст. гр. МІ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ МЕХАНІКИ**

Науковий керівник Габрусєва І. Ю.

Lasko V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE USE OF DIFFERENTIAL EQUATIONS IN SOLVING PROBLEMS OF MECHANICS**

Supervisor Habrusieva I. Y.

Ключові слова: диференціальні рівняння, пружна лінія, згинаючий момент.

Keywords: differential equations, elastic line, bending moment.

Розглянемо задачу про розрахунок прогину вільного кінця сталюї водостічної труби, що виходить зі стіни на довжину  $l$ . Внутрішній діаметр труби  $d_1$ , товщина стінки  $d_2$ . Дана задача потребує визначення пружної лінії труби для знаходження прогину її вільного кінця. Для цього можна скористатись формулою для радіусу кривини пружної лінії  $R = \frac{EJ}{M(x)}$ , де  $E$  – модуль пружності,  $J$  – момент інерції

поперечного перерізу відносно нейтральної осі,  $M(x)$  – згинаючий момент для даного перерізу. З іншого боку, як відомо із курсу диференціальної геометрії, радіус кривини лінії заданої на декартовій площині рівнянням  $y = y(x)$  знаходиться за формулою

$R = \frac{1}{y''}$ . Тому диференціальне рівняння пружної лінії матиме вигляд  $EJ \cdot y'' = M(x)$ .

Труба перебуває під дією рівномірного навантаження  $q$ . Для визначення моменту відносно довільної точки пружної лінії  $N(x, y)$  розглянемо елементарну ділянку  $dt$ , віддалену на відстань  $t$  від початку координат. Її елементарний момент відносно точки  $N$   $dM = q(t-x)dt$ . Звідси матимемо  $M(x) = \int_x^l q(t-x)dt = \frac{q}{2}(l-x)^2$ .

Врахувавши вираз для  $M(x)$  отримаємо диференціальне рівняння пружної лінії

$EJ \cdot y'' = \frac{q}{2}(l-x)^2$ , загальним розв'язком якого буде  $y = \frac{q}{24EJ}(l-x)^4 + C_1x + C_2$ .

Значення довільних сталих знаходимо із граничних умов задачі  $x=0$ ,  $y=0$ ,  $y'=0$ :  $C_1 = \frac{ql^3}{6EJ}$  та  $C_2 = -\frac{ql^4}{24EJ}$ . Остаточне рівняння пружної лінії матиме вигляд

$y = \frac{q}{24EJ}(6l^2x^2 - 4lx^3 + x^4)$ . Звідки легко визначити прогин на кінці труби  $y(l) = \frac{ql^4}{8EJ}$ .

УДК 517.9

Палиця М. – ст. гр. ЕТ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ЗАДАЧА ПРО РОЗПОДІЛ ТЕПЛА В ПРОВІДНИКУ

Науковий керівник Габрусев Г. В.

Palycia M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## THE TASK OF THE DISTRIBUTION OF HEAT IN THE CONDUCTOR

Supervisor Habrusiev H. V.

Ключові слова: провідник, розподіл тепла, диференціальні рівняння.

Keywords: the conductor, heat distribution, differential equations.

Теплоізолюваний стержень довжиною  $l$  та площею поперечного перерізу  $S$  на кінцях має однакову температуру  $t_0$ . По стержню проходить струм постійної густини  $i = \frac{I}{S}$ . Знайдемо розподіл теплоти по стержню, якщо максимальна температура посередині стержня  $T_{\max}$ .

Розглянемо елемент стержня  $dx$ . Згідно із законом Фур'є, потік теплоти через переріз  $x$  матиме вигляд  $q_1 = -\lambda S \frac{dT(x)}{dx}$ , а через переріз  $x + dx$  –  $q_2 = -\lambda S \frac{dT(x+dx)}{dx}$ , де  $\lambda$  – питома теплопровідність. Різниця між  $q_1$  та  $q_2$  виникає за рахунок нагрівання провідника струмом. Тобто  $q_2 - q_1 = I^2 R = i^2 S^2 \frac{\rho dx}{S}$ , де  $\rho$  – питомий опір. Звідки одержуємо диференціальне рівняння

$$\frac{d^2 T}{dx^2} = -\frac{i^2 \rho}{\lambda}.$$

Двічі проінтегрувавши одержане диференціальне рівняння матимемо

$$T(x) = -\frac{i^2 \rho}{2\lambda} x^2 + C_1 x + C_2.$$

Оскільки при  $x=0$  та  $x=l$   $T(x)=T_0$ , а також при  $x=l/2$   $T(x)=T_{\max}$   $\frac{dT}{dx} = 0$ ,

то можна знайти значення сталих  $C_1 = \frac{i^2 \rho l}{2\lambda}$ ,  $C_2 = T_0$ . Остаточно отримаємо функцію розподілу температури у стержні

$$T(x) = -\frac{i^2 \rho}{2\lambda} x^2 + \frac{i^2 \rho l}{2\lambda} x + T_0.$$

Із виразу для температури можна знайти максимальне значення температури, що досягається посередині стержня

$$T_{\max} = T_0 + \frac{i^2 \rho l^2}{8\lambda}.$$

УДК621.326

Поліщук А. – гр. ОПК–121

*Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## **РІВНЯННЯ З ПАРАМЕТРАМИ**

Науковий керівник: викладач вищої категорії Кметь З.І.

Polishchuk A. – group OPK–121

*Technical college Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **EQUATION WITH PARAMETERS**

Supervisor: highest category teacher Kmet' Z.I.

Ключові слова: рівняння, параметри.

Keywords: equation, parameters.

Вивчення багатьох фізичних явищ, процесів і геометричних перетворень тісно пов'язані із розв'язуванням задач з параметрами.

Навички розв'язування рівняння з параметрами, знання деяких їх особливостей потрібні фахівцям в будь-якій області наукової і практичної діяльності.

**Параметр** – це коефіцієнти при невідомих або вільні члени задані не конкретними числами, а позначені буквами.

### **Основні типи рівнянь з параметрами:**

- 1) рівняння, які потрібно розв'язати для всіх значень параметра;
- 2) рівняння, де потрібно знайти кількість розв'язків залежно від значення параметра;
- 3) рівняння, де потрібно знайти значення параметра, при яких дане рівняння має певну кількість розв'язків;
- 4) рівняння, де потрібно знайти значення параметра, при яких безліч розв'язків задовольняють заданим умовам.

### **Методи розв'язування рівнянь з параметрами:**

- 1) аналітичний;
- 2) графічний;
- 3) розв'язування щодо параметра, тобто коли параметр є ще однією змінною.

### **Алгоритм розв'язування рівнянь з параметрами.**

- 1) Дане рівняння звести до виду  $ax = b$ .
- 2) Розглянути три випадки:

а)  $a \neq 0, b \in R$ , то  $x = \frac{a}{b}$ .

б)  $a = 0, b = 0$ , то  $0x = 0, x \in R$ .

в)  $a = 0, b \neq 0, 0x = b$ . Розв'язків немає.

Відповідь: а)  $x = \frac{a}{b}, a \neq 0, b \in R$ ;

б)  $x \in R, a = 0, b = 0$ ;

в) розв'язків немає,  $a = 0, b \neq 0$ .



**Приклад:** Для яких значень параметра  $a$  рівняння  $\frac{a}{2a-1} - \frac{1}{2a-1} = \frac{2}{x+1}$  має цілі корені?

Розв'язання:

$$\frac{a}{2a-1} = \frac{2}{x+1}, x \neq 1$$

Значення  $a = \frac{1}{2}$  то  $a = 1 \notin \text{ОДЗ}; x \neq 1$ .

Тоді:  $(a-1)(x+1) = 2(2a-1); x+1 = \frac{2(2a-1)}{a-1}; x = \frac{4a-2}{a-1} - 1; x = \frac{3a-1}{a-1}$ .

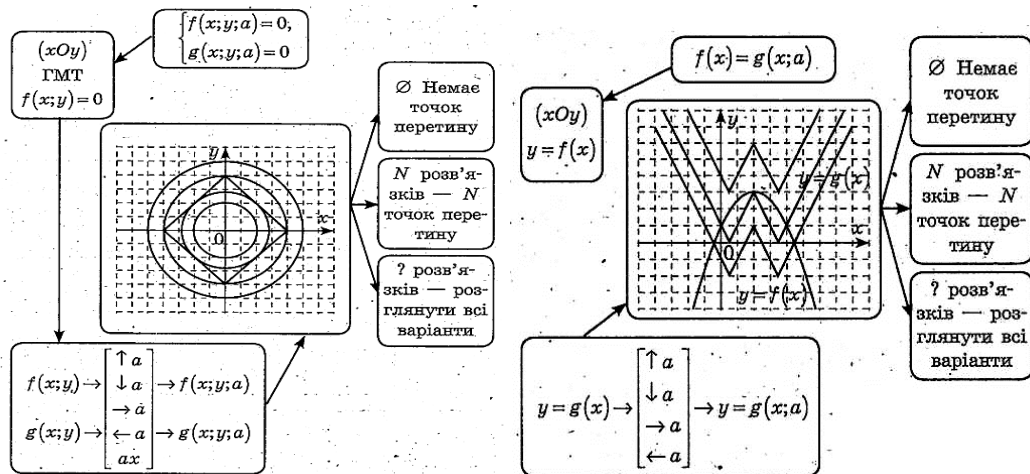
За умовою  $x \in \mathbb{Z}, k \in \mathbb{Z}, x = k$ , тому:  $\frac{3a-1}{a-1} = k; 3a-1 = ak - k; (k-3)a = k-1$ .

Якщо  $k \neq 3$ , то  $a = \frac{k-1}{k-3}$  і  $a \neq 1$ . Якщо  $a \neq \frac{1}{2}$ , то  $\frac{k-1}{k-3} \neq \frac{1}{2}$  і  $x \neq -1$ .

Відповідь:  $x = \frac{3a-1}{a-1}$ , якщо  $a = \frac{k-1}{k-3}$ , де  $k \in \mathbb{Z}, k \neq -1; k \neq 3$ .

**Алгоритм розв'язування рівнянь з параметром графічним способом.**

$F(x) = g(x; a)$



**Приклад.** При якому найменшому значенні параметра  $a$  рівняння має єдиний розв'язок?

$$|x-1| - |2x+2| = 3.$$

$$|x-a| = |2x+3| + 3.$$

Графіком функції  $y = |x-a|$  є «сім'я» кутів з вершиною в точці  $(a; 0)$  та сторонами кута, напрямленими вгору;

Графіком функції  $y = |2x+2| + 3$  є кут з вершиною в точці  $(-1; 3)$ .

Рівняння має єдиний розв'язок тоді, коли графік функції  $y = |x-a|$  проходить через точку  $(-1; 3)$ .

$$|-1-a| = 3; \begin{bmatrix} -1-a=3 \\ -1-a=-3 \end{bmatrix}, \text{отже} \begin{bmatrix} a=-4 \\ a=2 \end{bmatrix}.$$

Відповідь:  $a = -4$ .

УДК 517.9

Яценік О. - ст. гр. КТ-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## СТАЦІОНАРНИЙ РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРИ В ЦИЛІНДРІ

Науковий керівник: канд. фіз. – мат. наук, доцент Самборська О.М.

Yatsenyk O.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## STATIONARY TEMPERATURE DISTRIBUTION IN A CYLINDER

Supervisor: Samborska O.

Ключові слова: рівняння Лапласа, циліндричні координати, функції Бесселя.

Key words: Laplace's equation, cylindrical coordinates, Bessel functions.

Розглядається циліндр з радіусом основи  $R$  та висотою  $h$ . На нижній основі та бічній поверхні циліндра температура дорівнює нулю, а на верхній основі температура є деякою функцією  $f(r)$ , де  $r$  - відстань від будь-якої точки цієї основи до її центра. Потрібно знайти стаціонарний розподіл температури всередині циліндра.

Задачу розв'яжемо в циліндричній системі координат  $r, \varphi, z$ . Оскільки температура в будь-якій точці не залежить від кута  $\varphi$ , то позначимо її  $u(r, z)$ . Функція  $u(r, z)$

повинна задовольняти рівняння Лапласа 
$$\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0 \quad (1)$$

та крайові умови  $u(r, 0) = 0, u(R, z) = 0, \quad (2) \quad u(r, h) = f(r) = A(1 - r^2 R^{-2}), A = const. \quad (3)$

Розв'язок задачі шукаємо методом Фур'є:  $u(r, z) = F(r)Z(z). \quad (4)$

Для функцій  $F(r)$  та  $Z(z)$  отримаємо рівняння:

$$F''(r) + \frac{1}{r} F'(r) + \lambda^2 F(r) = 0, \quad (5) \quad Z''(z) - \lambda^2 Z(z) = 0. \quad (6)$$

Рівняння (5) заміною  $\lambda r = t$  зводиться до рівняння Бесселя, для якого  $\nu = 0$ . Оскільки розв'язок  $F(r)$  рівняння (5) повинен бути скінченним при  $r = 0$  і задовольняти умову  $F(R) = 0$ , то отримаємо:  $F_n(r) = C_n J_0(\mu_n r R^{-1}), \quad (7)$

де  $\mu_n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) - додатні корені функції Бесселя першого роду нульового порядку.

Загальний розв'язок рівняння (6) можна записати у вигляді:  $Z(z) = Dch\lambda z + Esh\lambda z. \quad (8)$

Множина розв'язків  $u_n(r, z)$ , які задовольняють рівняння (1) та крайові умови (2), має вигляд:  $u_n(r, z) = B_n sh(\mu_n z R^{-1}) J_0(\mu_n r R^{-1}). \quad (9)$

Розв'язок задачі (1), (2), (3) шукаємо у вигляді ряду Фур'є:  $u(r, z) = \sum_{n=1}^{\infty} u_n(r, z). \quad (10)$

Задовольнивши крайову умову (3), знайдемо невідомі коефіцієнти  $B_n$  для випадку

$$f(r) = A(1 - r^2 R^{-2}).$$

УДК 532.526

Найда Т. - ст. гр. МБ-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КОНВЕКТИВНИЙ ТЕПЛООБМІН В ОБЛАСТІ СТАБІЛІЗОВАНОЇ ТУРБУЛЕНТНОЇ ТЕЧІЇ РІДИНИ В КРУГЛІЙ ТРУБІ**

Науковий керівник: к. т. н., доцент Романюк Л. А.

Naida T.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **CONVECTIVE HEAT TRANSFER IN TURBULENT FLUID FLOW STABILIZED IN A CIRCULAR PIPE**

Supervisor: Romaniuk L. A.

Ключові слова: течія, теплообмін, енергія.

Keywords: flow, heat transfer, energy.

Розглянемо задачу про течію рідини в круглій трубі за наступних умов: 1) густина теплового потоку постійна по довжині труби ( $q = Const$ ); 2) течія і теплообмін квазістаціонарні, тобто осереднені параметри не змінюються в часі; 3) рідина нестислива, а її фізичні властивості постійні; 4) течія гідродинамічно стабілізована, тобто  $w_x = f(R)$  і  $w_r = 0$  та теплові пограничні шари зімкнулися; 5) зміна густини теплового потоку вздовж осі нескінченно мала в порівнянні з її зміною по радіусу; 6) внутрішні джерела теплоти відсутні ( $q_v = 0$ ), а надходження теплоти, викликане дисипацією кінетичної енергії, нескінченно мале.

Для даних умов рівняння енергії має вигляд

$$\rho c_p w_x \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (rq) \quad (1)$$

де

$$q = \rho c_p (\alpha + \varepsilon_q) \frac{\partial T}{\partial r}. \quad (2)$$

Зміну середньо масової температури рідини за довжиною труби знаходимо з рівняння теплового балансу:

$$\bar{T} = T_0 + \frac{2q_{cm}}{\rho c_p r_0 \bar{w}} x,$$

звідки

$$\frac{d\bar{T}}{dx} = \frac{2q_{cm}}{\rho c_p r_0 \bar{w}} \quad (3)$$

Розв'язок рівняння (1) будемо шукати в такому вигляді:

$$T(x, R) = T_1(x) + T_2(R) \quad (4)$$

Підставляючи рівняння (4) в (1), отримаємо:  $\frac{\partial T_1}{\partial x} = \frac{1}{w_x} \left( \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial R} \left( R (\alpha + \varepsilon_q) \frac{\partial T_2}{\partial R} \right) \right)$ ,

тому що ліва частина цього рівняння залежить тільки від  $x$ , а права – тільки від  $R$ , що можливе тільки в тому випадку, коли  $\frac{\partial T_1}{\partial x} = \frac{\partial T_2}{\partial x} = Const$ . Згідно з (3) маємо:

$$\frac{\partial T_1}{\partial x} = \frac{\partial T_{cm}}{\partial x} = \frac{d\bar{T}}{dx} = \frac{2q_{cm}}{\rho c_p r_0 \bar{w}}. \quad (5)$$

Таким чином, при стабілізованому теплообміні у випадку  $q_{cm} = Const$  температура на будь-якій відстані від стінки труби, у тому числі і на стінці, змінюється за лінійним законом по довжині труби. Підставляючи  $\frac{\partial T}{\partial x}$  в рівняння (1), отримаємо звичайне диференціальне рівняння:

$$2 \frac{w_x}{\bar{w}} R = \frac{d}{dR} \left( R \frac{q}{q_{cm}} \right) \quad (6)$$

Звідси, після інтегрувань матимемо:

$$T_{cm} - T = \int_R^1 \frac{\int_0^R \frac{w_x}{\bar{w}} R dR}{\left( 1 + \frac{Pr}{Pr_r} \frac{\varepsilon}{\nu} \right) R}, \quad (7)$$

де  $\frac{\varepsilon_q}{\alpha} = \frac{Pr}{Pr_r}$  та  $Pr_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_q}$  - турбулентне число Прандтля.

Визначаємо коефіцієнт тепловіддачі за формулою:

$$\alpha = \frac{q_{cm}}{T_{cm} - \bar{T}}. \quad (8)$$

За означенням:

$$T_{cm} - \bar{T} = 2 \int_0^1 (T_{cm} - T) \frac{w_x}{\bar{w}} R dR \quad (9)$$

Підставляючи в це рівняння  $(T_{cm} - T)$  з рівняння (8), отримаємо:

$$T_{cm} - \bar{T} = \frac{2q_{cm} D}{\lambda} \int_0^1 u d\Omega, \quad (10)$$

де  $u = \int_R^1 \frac{\int_0^R \frac{w_x}{\bar{w}} R dR}{\left( 1 + \frac{Pr}{Pr_r} \frac{\varepsilon}{\nu} \right) R}$ ,  $d\Omega = \frac{w_x}{\bar{w}} R dR$ ,  $\Omega = \int_0^R \frac{w_x}{\bar{w}} R dR$ .

Після інтегрування отримуємо рівняння Лайона:

$$\frac{1}{Nu} = 2 \int_0^1 \frac{\int_0^R \left( \frac{w_x}{\bar{w}} R dR \right)^2}{\left( 1 + \frac{Pr}{Pr_r} \frac{\varepsilon}{\nu} \right) R} dR$$

УДК 519.21

Петровський Л. – ст. гр. МБ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧУВАНИХ СИСТЕМ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Федак С.І.

Petrowsky L.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

### **ASSESSMENT OF STATICALLY INDETERMINATED SYSTEMS' RELIABILITY**

Supervisor: Fedak S.

Ключові слова: ймовірність руйнування, надійність конструкції.

Keywords: probability of fracture, structural reliability.

Статично визначувані конструкції при виключенні будь-якого елемента перетворюються на механізм і надійність такої системи буде меншою за надійність кожного елемента. В сучасних конструкціях вимоги до безпеки передбачають додаткові закріплення та зв'язки, що в свою чергу збільшує ступінь статичної невизначеності системи. Так у схемі паралельного з'єднання елементів надійність усієї системи буде вищою за надійність окремого елемента. Така схема називається резервуванням і є одним зі способів підвищення надійності системи. Якщо відмови елементів – незалежні випадкові події, то відмова всієї системи відбувається у випадках відмови усіх елементів. Ймовірність відмови всієї системи визначається формулою:

$$P(Q) = \prod_{i=1}^n (1 - P_{s,i}),$$
 де  $P_{s,i}$  – надійність  $i$ -го елемента. Тоді надійність усієї системи

$$P(Q) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{s,i}).$$
 Отже, надійність системи вища від надійності найнадійнішого

елемента. Однак в будівельних конструкціях така схема міркувань застосовується не часто, тому що вихід з ладу одного елемента призводить до перерозподілу зусиль в інших елементах і збільшує їхню інтенсивність відмов. Отже одна з умов, за якої з'єднання трактується як паралельне, не виконується.: відмова окремих елементів уже не є статично незалежною. Наприклад, розглянемо систему з двох однакових крихких елементів, що працюють паралельно. Ймовірність руйнування одного стержня, зусилля в якому рівні  $N$ , позначимо  $P_f(N)$ . Ймовірність неруйнування системи при сумарній силі  $Q$  буде:  $P_s(Q) = (1 - P_f(0.5Q))(1 - P_f(0.5Q)) + 2P_f(0.5Q)(1 - P_f(0.5Q))$ . Після перетворень

отримаємо  $P_s(Q) = 1 - 2P_f(0.5Q)P_f(Q) + P_f^2(0.5Q)$ . Залежність можна узагальнити на випадок  $n$  паралельних однакових ідеально крихких стержнів. Формула ймовірності

відмови  $m$  елементів з  $n$ :  $[P_n^m]_F = C_n^m [P_n^{n-m}]_S [P_n^m | P_n^{n-m}]_F$ , де  $C_n^m$  - число сполучень з  $n$

по  $m$ ,  $[P_n^{n-m}]_S$  - ймовірність того, що  $n-m$  елементів залишаться в працездатному стані,

$[P_n^m | P_n^{n-m}]_F$  - умовна ймовірність події, що полягає в тому, що відмовлять  $m$  елементів,

за умови збереження тих, що залишилися в працеспроможному стані.

УДК 510.7

Цимбалюк Д. – ст. гр. ОКС-106

*Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## ЧИСЛА ФІБОНАЧЧІ

Науковий керівник: спеціаліст Бодасюк Н. М.

Tsymbaluk D.

*Technical College Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## FIBONACCI NUMBERS

Supervisor: Bodasuk N.

Ключові слова: Леонардо Пізанський, числа Фібоначчі, золота пропорція.

Keywords: Leonardo Pisano, Fibonacci numbers, gold proportion.

Леонардо Пізанський (народився близько 1170 року в італійському місті Піза, помер близько 1250 року) - перший великий математик середньовічної Європи. Більш відомий під псевдонімом Фібоначчі. Фібоначчі написав ряд математичних трактатів, які є видатним явищем середньовічної західноєвропейської науки.

Великий інтерес представляє праця Леонардо Фібоначчі «Liberabaci» («Книга про абак»), 1202 р. «Liberabaci» являє собою велику за обсягом працю, що містить майже всі арифметичні та алгебраїчні відомості того часу. Завдяки цій праці, європейці ознайомилися з арабськими цифрами. Одна із задач в книзі – це задача про кроликів: Скільки пар кроликів за один рік від однієї пари народжується? Якщо позначити кількість пар кроликів у  $n$ -му місяці через  $F_n$ , то  $F_1=1$ ,  $F_2=1$ ,  $F_3=2$ ,  $F_4=3$ ,  $F_5=5$ ,  $F_6=8$  причому утворення цих чисел регулюється загальним законом: для всіх  $n>2$  кількість пар кроликів у  $n$ -му місяці дорівнює числу  $F_{n-1}$  пар кроликів у  $(n-1)$ -му місяці плюс  $F_{n-2}$  пар кроликів, які народилися у  $(n-2)$ -му місяці. Числа  $F_n$ , що утворюють послідовність 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233..., називають **числами Фібоначчі**.

Якщо який-небудь член послідовності Фібоначчі розділити на попередній, то результатом буде число 1,61803398875...~ 1,618. Назву цьому відношенню дав Лука Пачолі – **золота пропорція**. В алгебрі позначається грецькою буквою  $\varphi=1,618$ .

Спільна робота ботаніків і математиків пролила світло на дивні явища природи. З'ясувалося, що в розташуванні листів на гілці насіння соняшнику, шишок сосни проявляє себе ряд Фібоначчі. Павук плете павутину спіралеподібно. Спіраллю закручується ураган. Перелякана череда північних оленів розбігається по спіралі. Молекула ДНК закручена подвійною спіраллю. Раковина закручена по спіралі. Відношення вимірювань завитків раковини стала і дорівнює 1,618.

В людському тілі є багато пропорціональних співвідношень. З метою дослідження золотого перетину Фібоначчі, було проведено виміри тіла людини. Можна зробити висновок, що середнє значення пропорції тіла коливається в границях співвідношення  $42:26=1,615$ . В природі, архітектурі, образотворчому мистецтві, математиці, фізиці, астрономії, біології і багатьох інших областях були знайдені закономірності, що описані коефіцієнтами Фібоначчі. Однак не буде перебільшенням сказати, що це не просто гра з числами, а найважливіший математичний вираз природних явищ із всіх коли-небудь відкритих.

Секція:

Математичне моделювання і механіка

УДК 538.951

Білоус Д. - ст. гр. ПМ-41, Соловйов С. - ст. гр. ПМ-41

Сумський державний університет

## **МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ ОДНОШАРОВИХ НАНОТУБУЛЕНОВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАРАМЕТРИЧНОЇ КРИВОЇ**

Науковий керівник к.ф.-м. наук, доцент Білоус О.А.

Bilous D., Solovyov S.

Sumy State University

## **MODELING OF THE STRUCTURE OF SINGLE-WALLED NANOTUBES BASED ON A PARAMETRIC CURVE**

Supervisor: Ph.D., Bilous O.A.

Ключові слова: нанотрубки, хіральність структури

Keywords: nanotube, chirality structure

Нанотубулені відносяться до класу нових матеріалів, що мають унікальні електричні, оптичні та механічні властивості. Широкий спектр можливостей застосування дозволяє розглядати такі структури як найбільш перспективні об'єкти наноелектроніки.

Відомо [1], що в залежності від структури одношарових нанотрубок вони мають як металеві так і напівпровідникові властивості. Якісний опис структури елементів нанооб'єкту з врахуванням необхідних параметрів – важлива задача розрахунку, моделювання та прогнозування їх фізико-технічних характеристик.

Як правило, одношарові нанотрубки описуються у якості площини на якій викладені правильні шестикутники з атомами матеріалу у вершинах яка згортається у циліндричну поверхню різними способами в залежності від кута між напрямком сторін шестикутників та віссю нанотрубки. Аналітично, хіральність об'єкта описується або за допомогою відповідних індексів зсуву  $(m,n)$ , що є координатами відповідного шестикутника для суміщення, або кута між напрямками згортання площини та спільною стороною сусідніх шестикутників. Але, дана форма опису структури є достатньо складною для розробки математичних моделей та обчислення параметрів, що характеризують властивості нанотубуленів із застосуванням ІТ-технологій.

В роботі пропонується опис структури хіральних одношарових нанотрубок за допомогою рівняння гвинтової лінії у просторі, що намотана на циліндр з діаметром нанотрубки  $D$ . Координати центрів шестикутників належать кривій, і розташовані на однаковій відстані один від одного. Коефіцієнти  $a$  і  $b$  у стандартному параметричному рівнянні лінії враховують хіральність структури. Подальша орієнтація вузлів шестикутників прив'язана до центра кожного з них.

1. И.В. Сысоев, Н.С. Переславцева, О.И. Дубровский. Электронная структура одностенных углеродных нанотрубок типа зигзаг // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2014.– Т.16, № 3.– С. 318-322.

УДК 621.685

Білоус Д., Паньків О. – ст. гр. КАМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Савків В.Б.

Bilous D., Pankiv O.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## CALCULATION MODEL OF DRYING LUMBER

Supervisor: Ph.D. Savkiv V.

Точність контролю та регулювання технологічного процесу сушіння пиломатеріалів вагомо впливає на їх якість, визначає кількість бракованої продукції.

Тривалість сушіння пиломатеріалів в камері  $\tau_{суш} = \tau_{вих} \cdot A_p \cdot A_y \cdot A_g \cdot A_k \cdot A_d$ , [год].

При цьому її річна продуктивність виражена в умовному матеріалі  $\Pi_y = \frac{335}{\tau_{об.ум}} \cdot \Gamma \cdot \beta_{ум}$ ,

[м<sup>3</sup> ум/рік]. Маса вологи, що випаровується за час одного камерообороту

$M_{об.кам.} = M_{1м}^3 \cdot E$ , кг/об. кам.],  $M_{1м^3} = \rho_{ум} \frac{W_n - W_k}{100}$ , [кг/м<sup>3</sup>]. Відповідно розрахункова

кількість випаровуваної вологи  $M_p = M_c \cdot x$ , [кг/с].

Об'єм циркулюючого по матеріалу агента сушіння:  $V_u = \omega_{ум} \cdot F_{ж.п.ум.}$ , [м<sup>3</sup>/с], де

$F_{ж.п.ум.} = n \cdot l \cdot h(1 - \beta_B \cdot \beta_D)$ , [м<sup>2</sup>]. Відповідно маса циркулюючого по матеріалу агента

суміші за секунду  $G_{ум} = \frac{V_u}{V_1}$ , [кг/с]. В результаті питома витрата циркулюючого агента

сушіння на 1 кг випарованої вологи  $g_{ум} = \frac{G_{ум}}{M_3}$ , [кг/кг вол.].

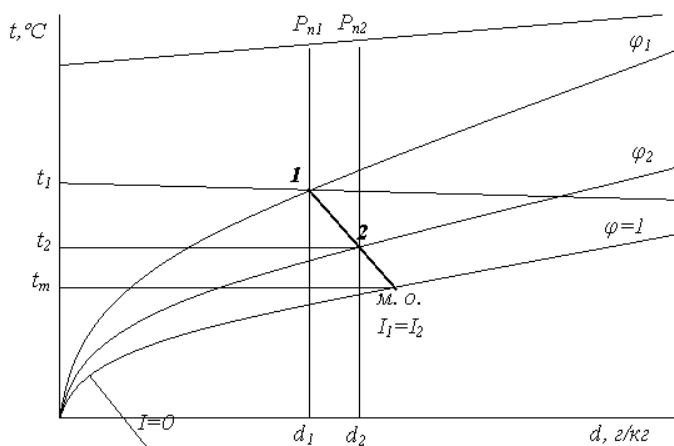


Рис. 1 - Побудова ліній процесу сушіння на Id - діаграмі

знаходимо на перетині ліній  $I=const$  ( $I_1=I_2$ ), яка виходить з точки 1, з лінією  $d_2=const$ .

Вологовміст агента сушіння на виході зі штабеля

$$d_2 = \frac{1000}{g_{ум}} + d_1, [г/кг].$$

Інші параметри агента сушіння на виході зі штабелю визначають за допомогою побудови ліній процесу сушіння на Id - діаграмі (рис. 1). Точку 1, яка характеризує стан агента сушіння на вході в штабель, знаходимо за  $t_1, \varphi_1$ . Точку 2, яка характеризує параметри агента сушіння на виході зі штабелю,



Секція: **Машина та обладнання сільського виробництва**

УДК 631.352.2

Бабій М. – здобувач

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИВОДНОГО МЕХАНІЗМУ КОСАРКИ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Рибак Т.І.

Babiy M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH DRIVE MECHANISM MOWERS**

Supervisor: Professor Rybak T.I.

Ключові слова: привод, косарка, сегментно-пальцевий, енергозберігаючий, кривошип.  
Keywords: drive, mower, segment-pin, power efficiency, crank.

В рамках наукового дослідження приводних механізмів косарки зроблено аналіз їх основних конструкцій. На основі цього запропоновано енергозберігаючий привод косарки сегментно-пальнової, для якого виконано теоретичне обґрунтування. В результаті дослідження встановлено наступне:

- отримано уточнені вирази основних кінематичних параметрів, які забезпечують високу точність досліджуваних величин. Обґрунтовано доцільність використання двох перших членів другого радикала правої частини виразу переміщення, що розкладений в ряд за формулою бінома Ньютона. Порівняння прискорень як других похідних за виразами переміщень, які наводяться в літературі за спрощеними формулами та за віднайденим виразом в роботі, наприклад для аксіального механізму, мають розбіжність 14,5% в місцях переходу ножа через ліву і праву мертві точки, коли сила інерції набуває максимального значення;

- при аналізі питомих значень кожної зі складових навантаження на різальний апарат встановлено, що при швидкості поступального руху машини 2,2 м/с, питомій роботі, яка витрачається на зріз рослин з одиниці площі  $200 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{м}^2$ , частоті обертання кривошипа 700 об/хв. та кількості сегментів ножа 18, відсоткове співвідношення максимальних значень названих величин наступне: від сили інерції – 54 %, сили різання – 40 % і сили тертя – 6 %. Отримані результати доводять, що при розрахунку навантаження, яке виникає при роботі різального апарату, потрібно враховувати всі його складові, а не вести розрахунок тільки за навантаженням від сили інерції рухомої маси ножа;

- за розробленою математичною моделлю проведено дослідження ефективності роботи енергозберігаючого приводного механізму косарки на різних режимах її роботи ( $n_1 = 540 \div 1000$  об/хв.). Отримані максимальні значення потужності, що затрачається на привод, порівнювалися із значеннями отриманими при роботі базової конструкції. Результатом є зниження максимальних значень потужності на вибраних режимах роботи косарки, відповідно: при середньому навантаженні різального апарату ( $\varepsilon = 200 \text{ (Н} \cdot \text{м) / м}^2$ ) – від 22,3% до 47,1 %; на холостому ході – до 65 %; при роботі з питомим навантаженням  $\varepsilon = 150 \text{ (Н} \cdot \text{м) / м}^2$  – від 21,7 % до 44,2 %; – при роботі різального апарату з питомим навантаженням  $\varepsilon = 250 \text{ (Н} \cdot \text{м) / м}^2$  – від 18 % до 43,3 %.

УДК 621.839.32

Гаврон Н. – ст. гр. ХСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ПРИВОДУ КОЛІС ПРОТРУЮВАЧА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бабій А.В.

Navron N.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

### **STUDY WHEEL DRIVE TREATER**

Supervisor: Babiy A.V., Ph.D., Assoc. Prof.

Ключові слова: привод, колесо, фрикційна передача.

Keywords: drive, wheel, friction transmission.

Вдосконалення сільськогосподарської техніки вітчизняного виробництва має важливе народногосподарське значення. Ця важливість позначається, перш за все, у створенні робочих місць через підтримання свого товаровиробника. Крім того, якісна та конкурентоспроможна техніка українського виробництва вкрай необхідна сьогодні на ринку – це престиж і добробут держави.

Протруювачі ТДВ «Львівагромашпроект» вже є визнаними і конкурентоспроможними машинами в Україні та на близькому зарубіжжі, але до зауважень споживачів слід добре прислухатися та усувати недоліки, швидко реагувати на потреби ринку.

В конструкції протруювача ПК-20 спостерігалися проблеми з механізмом приводу коліс. Цю проблему вирішено шляхом використання фрикційної передачі у вигляді ролика, що контактує з одним із коліс протруювача та приводиться в дію від мотор-редуктора. У зв'язку з цим виникла необхідність дослідження такої передачі, в результаті розрахунків встановлено наступне:

силу, яку потрібно прикласти до осі колеса щоб перемістити машину, враховуючи опір бурта насіння, яке буде оброблятися –  $F_n = 264$  Н;

сумарна штовхаюча сила  $F_n' = 792$  Н;

для приводу колеса (ведучого ролика) використано привод відкривання воріт без важелів МВзП80-2,2-150 Сп ТУ 2-056-007-81,  $n_1 = 2,2$  об/хв.;

для виконання фрикційної передачі прийнята пара – гумова шина колеса-металевий ролик діаметром  $d_1 = 110$  мм;

питомий тиск на шину колеса становить  $q = 16.6$  Н/мм при допустимому –  $[q] = 25$  Н/мм;

наведено теоретичне обґрунтування параметрів фрикційної передачі: розглянуто геометрію фрикційної передачі самоходу в зоні контакту;

визначено коефіцієнти тангенціальної жорсткості взаємодіючих колеса і ролика;

визначено тягові характеристик передачі та втрати потужності на тертя в контактї;

розглянуто вплив перекоосу осей на тягові властивості фрикційної передачі.

Параметри, визначені в ході теоретичного дослідження передачі, дозволяють стверджувати про її високу ефективність та можливість практичного застосування.

УДК 621.7

Щур І. – ст. гр. ХС-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ МАШИНОБУДУВАННІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бабій А.В.

Shchur I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **POLYMERIC MATERIALS IN AGRICULTURAL ENGINEERING**

Supervisor: Babiy A.V., Ph.D., Assoc. Prof.

Ключові слова: обприскувач, базальтові волокна, міцність.

Keywords: sprayer, basalt fiber, strength.

Розглянувши принцип роботи машин для хімічного захисту рослин, зробивши огляд їх конструкцій, а також проаналізувавши основні недоліки – характерні поломки обприскувачів та ознайомившись з дослідженнями в цій галузі, було зроблено висновок щодо застосування базальтопластикових крайніх функціонально-тримких секцій малої маси. Такі секції мають високі демпфуючі властивості та оптимальну жорсткість і це дозволяє зменшити інерційні навантаження, що діють на штангу в 6-8 разів у порівнянні з металевою крайньою секцією. Результатом є підвищення надійності роботи штанги з мінімальними ризиками її руйнування.

Для виготовлення функціонально-тримких елементів штанг найбільш перспективними є полімерні матеріали, армовані базальтопластиковими волокнами. З методів одержання циліндричних (або конічних) оболонок найбільш простим є намотування безперервним волокном, насиченим полімерним зв'язуючим. Вироби, одержані методом намотування, складаються приблизно з 70 % волокон і 30 % полімерного зв'язуючого. Міцність і жорсткість таких елементів конструкцій залежать від ряду технологічних факторів, які необхідно враховувати при їх виготовленні. За питомими фізико-механічними властивостями композиційні матеріали на основі базальтових волокон переважають сталі.

Функціонально-несучі секції штанг виготовляють методом спірального намотування безперервних базальтових (скляних чи інших) волокон, попередньо насичених полімерним зв'язуючим, на намотувальній машині. Полімеризацію зв'язуючого переважно проводять під час намотування циліндричної оболонки і закінчують після намотування у спеціальних печах. Після цього деталь знімають з оправки (дорна).

Машини для намотування являють собою обладнання типу токарного верстата з горизонтальною оправкою куди входять: пристрій для розкладання ниток на оправку (дорн); ванна з епоксидною смолою; полімеризуючий пристрій; пульт управління; система вентиляції.

Таким чином, використання композиційних матеріалів та обладнання для формування виробів на їх основі, дозволить підвищити функціональні можливості та надійність деталей і вузлів сільськогосподарських машин.

УДК 621.326

Гаврон Н. – ст. гр. ХСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ КУЛЬТИВАТОРА-ПЛОСКОРІЗА ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Хомик Н.І.

*Gavron N.*

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## **USING CULTIVATOR FOR PREPLANT TILLAGE**

Khumox N.I., PhD., Assoc. Prof.

Ключові слова: культиватор, плоскоріз, ґрунт

Keywords: cultivator, flat paw cultivator, ground

Багаторазові проходи ґрунтообробних агрегатів по полю пов'язані з необхідністю виконання декількох операцій приводять до надмірного ущільнення і розпилення ґрунту. Особливо шкідливий багаторазовий обробіток у зонах недостатнього зволоження і на легких безструктурних ґрунтах. При інтенсивному обробітку внаслідок вивітрювання і водної ерозії втрачається органічна речовина, погіршується структура ґрунту, зростають втрати вологи і утворення глин. У зв'язку з цим отримала застосування система мінімального обробітку ґрунту, при якій скорочується число обробітків і проходів тракторів по полю. Для цього використовують комбіновані машини і агрегати, які виконують за один прохід декілька операцій: наприклад, оранку і додатковий поверхневий обробіток (подрібнення груд, вирівнювання поверхні, ущільнення) культивацію, боронування, прикочування, передпосівний обробіток ґрунту і посів, основний або передпосівний обробіток ґрунту і внесення добрив, гербіцидів та інших отрутохімікатів.

Можливість та доцільність суміщення технологічних операцій визначають системами землеробства та обробітку ґрунту, що застосовуються, засміченістю полів бур'янами та їх видовим складом, метеорологічними умовами, параметрами енергетичних засобів, агрономічними, техніко-економічними та іншими факторами.

Можливість суміщення технологічних операцій та використання комбінованих машин визначають такі фактори [1]: збіг строків для виконання робіт – наприклад, передпосівної культивації, сівби, прикочування, внесення добрив, гербіцидів тощо; необхідність проведення робіт у стислі строки – наприклад, підготовка ґрунту для вирощування проміжних культур або озимих після непарових культур; нестійкі метеорологічні умови, які при роздільному виконанні передбачених операцій знижують ефективність останніх – наприклад, випадання опадів після передпосівної культивації знижує її ефективність аж до необхідності повторної культивації і призводить до розтягування строків проведення комплексу робіт; наявність енергоємних тракторів відповідних тягових класів, які придатні для агрегування з комбінованими машинами; пристосованість робочих органів для одночасного виконання різних технологічних операцій – наприклад, культивації та сівби. Використання комбінованих машин зменшує шкідливий вплив коліс на ґрунт, скорочує строки проведення операцій, підвищує якість робіт і продуктивність праці, знижує виробничі витрати.

Є ряд агротехнічних робіт, виконання яких можливе лише комбінованими машинами, зокрема, внесення у ґрунт добрив та меліорантів, а в окремих випадках і пестицидів; аміачної води під час передпосівної культивуації; безводного аміаку.

На можливість і доцільність суміщення технологічних операцій впливає рівень технічного рішення, вартість виготовлення та роботи агрегату. Комбіновані машини порівняно з одно операційними складніші й дорожчі, а їх технічна та технологічна надійність може виявитися нижчою, особливо у несприятливих умовах роботи. Тому ступінь суміщення операцій має певні межі. Загалом добре суміщаються схожі за характером такі операції, наприклад, як культивуація та боронування. Складніше суміщати ті операції, для виконання яких технічні засоби значно відрізняються [1].

Створення комбінованих ґрунтообробних машин є одним із одним з перспективних напрямків розвитку комплексної механізації сільськогосподарського виробництва. Такі агрегати дозволяють одночасно в одному технологічному процесі виконувати кілька операцій з обробітку ґрунту, сівби, внесення добрив і пестицидів.

Передовими технологіями вирощування сільськогосподарських культур рекомендується проводити оранку ґрунту обертовими плугами або культиваторами з плоскорізними лапами і ярусним встановленням робочих органів. Застосування таких машин запобігає вітровій та водній ерозії ґрунту, яка спостерігається останнім часом досить часто через несприятливі погодні умови.

На сьогоднішній день існує цей ряд комбінованих агрегатів, зокрема типу «Європак», які виготовляються українськими заводами, і виконують декілька технологічних операцій за один прохід агрегату. Однак, такі агрегати досить дорогі.

У більшості господарств передпосівний обробіток ґрунту під посів зернових та технічних культур виконують культиваторами. Щоб розпушити поверхневий шар ґрунту до дрібно грудкуватого стану на необхідну глибину потрібно декілька проходів агрегату, а це вимагає додаткових затрат часу, паливно-мастильних матеріалів; сприяє пересушуванню верхнього шару ґрунту. Крім того, необхідне додаткове вирівнювання поверхні і розбивання грудок ґрунту, що можна здійснити з допомогою інших знарядь. Тому розробка нових чи удосконалення існуючих конструкцій комбінованих агрегатів для передпосівного обробітку ґрунту є актуальною задачею.

У даній роботі пропонується конструкція культиватора з плоскорізними лапами і двома рядами котків. Це дасть можливість об'єднати декілька технологічних операцій і виконувати їх за один прохід агрегату, а саме дозволить розпушити, подрібнити, ущільнити і вирівняти поверхню ґрунту. Так, як вдосконалення культиватора не потребує значних економічних затрат і є доступним та ефективним для всіх господарств, то тема є актуальною.

Цей агрегат має ряд переваг: культиватор, обладнаний лапами-плоскорізами, надійними у роботі, які дозволяють готувати ложе під посівне насіння на всій ширині захвату. При виконанні технологічного процесу робочі органи культиватора не забиваються грудками ґрунту, бур'янами та поверхневими рештками. Машина подрібнює ґрунт до дрібно грудкуватого стану за один прохід агрегату; вирівнює поверхню ґрунту, що задовольняє агротехнічні вимоги під посів.

Залежно від потреби, агрегат можна доукомплектувати іншими робочими органами, або змінювати конструктивно-технологічну схему його роботи.

1. Сільськогосподарські машин: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1: Машини для рільництва /П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 382с.

Секція:

**Машинобудування**

УДК 621.891

Банашко А.- ст. гр. МІ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ТРИБОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОКИСЛЕННЯ- МЕТАЛОПЛАКУВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гупка Б. В.

Banashko A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **EVALUATION CRITERIA TRIBOLOGICAL PROCESSES OXIDATION- METAL-ROLLING**

Supervisor: PhD, Associate Professor Hupka B. V.

Ключові слова: трибо логічні процеси, критичні точки.

Keywords: tribological processes, critical points.

Згідно структурно-енергетичної теорії тертя та зношення єдиною причиною нормального механо-хімічного зносу і специфічного виду схоплювання (метало-плакування) являється структурно-енергетична активація і наступна пасивація. Різниця полягає в різній інтенсивності активації та різних механізмах пасивації.

В залежності від умов на контакт пасивація відбувається шляхом взаємодії металу поверхневих шарів з киснем робочого середовища з утворенням захисних вторинних структур (ВС), або шляхом взаємодії спряжених активованих поверхонь між собою з утворенням металічних зв'язків металоплакуючі плівки (МП). Перевага процесів позитивного мікросхоплювання (утворення МП) над процесами окислювання (утворення ВС) визначається швидкістю процесів, які відповідальні за той чи інший вид тертя та зношення. Наявність зв'язків між процесами нормального зношення та метало-плакування підтверджується існуванням критичних точок переходу від нормальних процесів до явищ пошкодження при досягненні порогових значень швидкості переміщення  $V$ , навантаження  $P$ , температури  $T$ , параметрів середовища.

Методологічною основою для розробки способу визначення критичних точок взаємопереходу процесів окислення метало-плакування являється наступне припущення: відповідальними за зниження рівня і розширення діапазону нормального тертя та зношення (трибо технічних, структурно-енергетичних показників), являється або процес окислення (ВС), або метало плакування (МП), тобто має місце антагонізм цих процесів.

Поряд, із вимірюванням триботехнічних параметрів, дослідженням структури поверхонь тертя примінено метод вимірювання контактного електроопору (КЕО) поверхневих шарів (ВС, МП).

З'явилася можливість дослідження кінетики процесів окислення - метало плакування, циклів утворення та руйнування плівок ВС,МП, перехідних процесів. Розроблена схема визначення діапазонів стабільності процесів окислення - металоплакування, фіксації критичних точок взаємопереходу даних процесів.

УДК681.5

Головчак В., Шимоняк А. – ст. гр. КТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНФІДЕНЦІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ В ТЕЛЕФОННИХ МЕРЕЖАХ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Микитишин А.Г.

Golovchak V., Shymoniak A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ANALYSIS OF CONFIDENTIAL COMMUNICATION METHODS IN THE TELEPHONE NETWORKS**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Mykytyshyn A. H.

Ключові слова: конфіденційна інформація, телефонна мережа.

Keywords: confidential information, telephone network.

У сучасному світі питання захисту інформації стосуються як підприємств, що володіють своїми корпоративними секретами, так і кожної людини зокрема, яка має свою конфіденційну інформацію. Одним з основних джерел загроз інформаційної безпеки є використання пристроїв технічної розвідки для добування важливої інформації. Тому питання аналізу джерел витоку інформації по технічних каналах та методи їх захисту є на сьогодні актуальною задачею.

Метою роботи було провести аналіз загроз, пов'язаних з витоком даних через телефонні мережі та запропонувати методи боротьби із несанкціонованого знімання із них інформації.

Методи запобігання та протидії поширення конфіденційної інформації каналами телефонного зв'язку можна класифікувати наступним чином: контроль та виявлення несанкціонованих під'єднань до телефонних мереж; встановлення запобіжних засобів протидії витоку мовної інформації; усунення чи виведення з ладу встановлених телефонних закладок; впровадження криптографічних методів захисту конфіденційної інформації, що передається телефонними каналами зв'язку.

Одним із найдосконаліших способів захисту даних, що передаються каналами зв'язку, є використання криптографічних алгоритмів шифрування мовної інформації. Такий спосіб вимагає від абонентів, що спілкуються, наявності однакових пристроїв кодування-декодування сигналу – скремблерів. Вони забезпечують повну конфіденційність переговорів і можуть використовуватися у вигляді телефонної приставки типу Р6020, "Торіх-П"; телефонного апарату "Торіх-Т"; накладки на телефонну трубку ACS-2.

Безперервне вдосконалення як технологій, так і засобів несанкціонованого знімання мовної інформації, вимагає серйозної уваги до методів захисту телефонних мереж. У роботі проведено класифікацію загроз порушення конфіденційності у каналах телефонного зв'язку та запропоновано методологію усунення несанкціонованого зняття інформації. Комплексне використання ряду перелічених засобів дозволяє запобігти використанню телефонних мереж для отримання конфіденційної інформації яка через них проходить.

УДК681.5

Бордун В., Герман С. – ст. гр. КТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОБОЧОЇ КАМЕРИ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПЕЧІ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Микитишин А.І.

Bordun V, German S..

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR THE STUDY OF PROCESSES IN WORKING CHAMBER OF THE BAKING OVEN**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Mykytyshyn A.I.

Ключові слова: автоматизація, система, контроль.

Keywords: automation, system, control.

Нині при розширенні приватних, колективних підприємств широко використовують хлібопекарні малої потужності. Якість виробів на цих підприємствах значною мірою залежить від обладнання, а саме від конструкції, способу підведення теплоти до хлібопекарської печі. Процес випікання хліба в них здійснюється на багатоярусних вагонетках, які обертаються в потоці гарячого повітря. Подібні печі зараз випускаються багатьма заводами і в Україні, але конструкція їх зроблена без урахування характеру тепловологообміну у робочій камері і не досліджено кінетику процесів, які відбуваються під час випікання. Основна кількість теплоти в процесі випікання в печах передається конвективно, в ході примусового обдування тістових заготовок гарячим повітрям. Тому інтенсифікація та пошук оптимальних режимів конвективного теплообміну в процесі випікання має велике значення.

Метою роботи було розробити автоматизовану систему управління роботою камери хлібопекарської печі.

Були проведені дослідження швидкості руху повітря в різних місцях пекарської камери в печі Г4-ХПЕ. Розміри пекарської камери цієї печі, подача дуттьового вентилятора та електрична потужність нагрівачів. Подібні дослідження були проведені також для печі марки ROTOTHERM RE Німецької фірми WERNER&PFLEIDERER. Вимірювання швидкості середовища у пекарській камері відбувалися за допомогою термоанемометру ЕА-1М.

У роботі розглядався камера печі Г4-ХПЕ, яка керується системою, реалізованою на базі програмованого логічного контролера TSX Micro фірми Schneider Electric. Дане рішення забезпечило наступні переваги: автоматичне керування параметрами теплоти і вологи в камері; автоматичне керування швидкостями вентиляторів, для покращення теплового обміну.

Вдосконалення робочих камер дало нам можливість вимірювати і контролювати умови теплового обміну. Отвори робляться за системою, яка забезпечує, потрібний розподіл потоку теплоносія між нижнім і боковим піддувом. Таким чином вирівнюються умови тепловологообміну по висоті робочої камери. Одержані дані дають можливість проводити модернізацію конструкцій печей цієї групи.



УДК681.5

Бобулюк А., Демко С. – ст. гр. КТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ОБРОБЦІ ВІБРОАБРАЗИВНИМ МЕТОДОМ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Бадищук В. І.

Bobelyuk A.E, Demko S. V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **PROCESS AUTOMATION IN THE PROCESSING OF ABRASIVE VIBRATION BY**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Badyschuk V. I.

Ключові слова: автоматизація, обробка.

Keywords: automation, processing.

Зростання вимог до точності оброблення та зменшення шорсткості поверхні при збільшенні частки опоряджувальної та зачищувальної обробки, що постійно зростає, ставить задачу підвищення продуктивності шляхом механізації та автоматизації трудомістких ручних операцій, розроблення і впровадження раціональних та економічних конструкцій устаткування для нових технологічних процесів.

Віброабразивне оброблення є одним із найбільш перспективних та продуктивних методів опоряджувального та зачищувального оброблення. При віброабразивному обробленні заготовок в умовах крупносерійного та масового виробництва доцільно створювати механізовані та автоматизовані дільниці, в яких застосовуються як окремі одиниці устаткування, так і технологічні системи і комплекси з використанням засобів обчислювальної техніки, промислових роботів та маніпуляторів, дозуючих, транспортних та завантажуючих пристроїв.

При автоматизації технологічних процесів віброабразивного оброблення необхідно вирішити низку задач, характер яких залежить від змісту процесу, об'єктів виробництва, типу та специфіки виробництва. В будь-якому випадку автоматизація повинна бути комплексною і передбачати застосування автоматизованого електричного приводу.

Отже, для забезпечення ефективного використання технологічних процесів віброабразивного оброблення в умовах автоматизованого виробництва необхідно вирішити такі задачі: забезпечити наскрізний контроль заданих технологічних параметрів якості виробів; розробити конструкції автоматизованого устаткування для виконання основних операцій технологічного процесу; розробити конструкції відповідних транспортних, завантажуючих і контрольних пристроїв, промислових роботів, маніпуляторів та інших пристроїв, які забезпечують зв'язок устаткування для віброабразивного оброблення з відповідним технологічним обладнанням автоматизованих дільниць; розробити системи керування, які забезпечують керування всіма етапами технологічного процесу та передачу інформації на всі рівні автоматизованої системи управління; створити базу даних оптимальних технологічних процесів віброабразивного оброблення для різних деталей.

УДК681.5

Стефанків Р., Хемій А. – ст. гр. КТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ВІД МЕХАНІЧНИХ ДОМІШОК**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Бадищук В.І.

Stefankiv R., Khemiy A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH ON WAYS OF NATURAL GAS PURIFICATION**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Badyschuk V. I.

Ключові слова: газ, очищення.

Keywords: gas, purification.

Для очищення природних газів від пилу і механічних домішок застосовують коалесцентні сепаратори, пиловловлювачі, сепаратори "газ-рідина", відцентрові скрубери, сепаратори електростатичного осадження і масляні скрубери. Всі вони фактично мають подвійне призначення: видалення основної маси рідини і пилу з газу і одночасна очищення газу від найдрібніших частинок.

Проблема видалення механічних домішок з газу виникає в основному при експлуатації газопроводів. Фільтри, що застосовуються для очищення газу від пилу, відрізняються від коагуляторів насадками елементів, які виготовляються з щільної тканини. Між волокнами тканини фільтру проходить газ, а частинки пилу затримуються на поверхні тканини. Одним з найкращих матеріалів для виготовлення фільтрів є повсть, спресований в м'яку подушку і розташований паралельно напрямку потоку газу. Однак тканинні фільтри дуже важко очищати від пилу, всі вони руйнуються під дією газу, особливо у присутності рідини. Частково цей недолік вдалося подолати шляхом застосування найбільш стійких до дії органічних рідин. Тканинні фільтри навіть з насадкою синтетичних матеріалів малоефективні при уловлюванні з газу крапель рідини.

Найкращим апаратом для очищення газу від механічних домішок і рідини є сепаратор з фільтрувальним і коагулюючим елементами. До фільтрувальних елементів ставляться такі вимоги: самоочищення; доступність при заміні та очищенні; стійкість до дії органічних рідин і води (особливо до набухання і руйнування); конструктивна міцність і оснащення, що дозволяє зберігати форму при тривалій експлуатації; порівняно малий гідравлічний опір; слабка змочуваність поверхні; компоновка, що дозволяє крупним домішкам (пісок, буровий розчин, великі об'єми рідини) відокремитися від газу раніше, ніж газ досягне фільтра.

Метою роботи було дослідження способів очищення природного газу від механічних домішок та вибір оптимального варіанту.

Проблеми, що виникають при очищенні газів, визначаються широко мінливими властивостями домішок і відсутністю класифікаційних стандартів, необхідних для проектування устаткування, тому багато з них вирішується експериментальним шляхом. Впровадження і використання обраного способу забезпечить збільшення продуктивності очищення природного газу від механічних домішок, полегшить експлуатацію системи і збільшить її надійність.

УДК681.5

Цапів Я., Гонта О. – ст. гр. КТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИПАРОВУВАННЯ СОКІВ НА БАЗІ  
ЧОТИРЬОХКОРПУСНОЇ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ  
КОНТРОЛЕРА TSX MICRO 3721 ФІРМИ SHNEIDER ELECTRIC**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Микитишин А. Г.

Tsapiv Y. A., Gonta O.B.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

**AUTOMATION EVAPORTION PROCESS JUICE ON THE BASIS OF  
FOUR BLOCK EVAPORATOR PLANT BASED ON TSX MICRO  
CONTROLLER 3721 FIRM SHNEIDER ELECTRIC**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Mykytyshyn A. G.

Ключові слова: автоматизація, контролер.

Keywords: automation, controller.

Автоматизація виробництва завжди була однією з основних складових прискорення науково-технічного прогресу в агропромисловому комплексі. Мікропроцесорні пристрої та ЕОМ, пов'язані між собою обчислювальними й керуючими мережами з використанням загальних баз даних, дозволяють впроваджувати комп'ютерні технології у нетрадиційні сфери діяльності підприємства, що проявляється в інтеграції виробничих процесів та управління ними.

Метою роботи було розробити автоматизовану систему керування процесом випаровування соків в багатокорпусних випарних апаратах.

Сік випарюється в випарних апаратах, які являють собою трубчасті теплообмінники, що підігріваються водяною парою з більш високою температурою, ніж киплячий сік, тому тепло пари через поверхню нагріву передається соку.

Цей принцип полягає в тому, що випарювання здійснюється в установці, що складається з кількох (3 - 5) послідовно з'єднаних випарних апаратів і концентратора. Сік поступає в перший корпус, що обігрівається ретурною парою, де із нього випарюється частина води і утворюється сокова пара. Згущений трохи сік перетікає у другий корпус, де із нього також випарюється частина води, і так до останнього корпусу, звідки виходить вже сироп. Утворена в першому корпусі сокова пара направляє на обігрів другого корпусу, сокова пара із другого - на обігрів третього, із нього - на обігрів четвертого корпусу. Рух соку і сокових парів здійснюється в результаті зменшення тиску від першого до останнього корпусу, яке підтримується за допомогою вакуум-насосу і барометричного конденсатора.

Дана система керування технологічним процесом забезпечить ефективне та безаварійне протікання процесу випаровування соку, забезпечить ефективне регулювання та контроль технологічних параметрів. Система сигналізації полегшить роботу оперативного персоналу. Система автоматичного захисту та блокування підвищить безпеку технологічного процесу та підвищить рівень надійності даної системи керування.

УДК 621. 833. 65

Брошук Ю. – ст. гр. МБ-21

*Національний університет водного господарства та природокористування*

## **МУФТА ЗАПОБІЖНА З ПРОФІЛЬНОЮ ВТУЛКОЮ**

Наукові керівники: к.т.н., доцент Стрілець В.М., к.т.н. Стрілець О.Р.

Broshuk J.

*National University of Water Management and Nature Resources Use*

## **OVERLOAD CLUTCH WITH PROFILED SLEEVE**

Supervisors: Strilets V., Strilets O.

Ключові слова: муфта запобіжна, профільна втулка

Keywords: overload clutch, profiled sleeve

Основне призначення муфт – з'єднувати вали та передавати обертальні моменти від одного до другого вала. Крім цього, муфти виконують і інші функції: компенсацію шкідливого впливу зміщення геометричних осей кінців валів, що виникають унаслідок неточностей виготовлення або монтажу; гасіння вібрацій, поштовхів та ударів, що виникають під час експлуатації машин; виконують запобігання перевантаження механічних приводів і таке інше.

Розглянуті конструкції самих простих некерованих глухих втулкових муфт, у яких муфта виконана у вигляді циліндричної втулки з'єднаної з валами штифтами, шпонками або шліцами. Основним недоліком таких муфт є те, що вони мають велику жорсткість і виконують лише такі функції – з'єднують вали і передають обертальний момент від одного вала до другого миттєво, тобто ударно.

На основі аналізу недоліків згаданих конструкцій відомих втулкових муфт розроблена конструкція нової муфти із профільною втулкою, яка може м'якше передавати обертальний момент і працювати, як запобіжна. Профільна втулка такої муфти виконана, наприклад, з поперечним перетином рівностороннього трикутника вершини якого винесені назовні і мають, наприклад, підковоподібний обрис. На вихідних ділянках ведучого і веденого валів виконані лиски під грані рівностороннього трикутника профільної втулки. При з'єднанні вихідних ділянок валів на них встановлюють профільну втулку так, що грані рівностороннього трикутника контактують з лисками на валах.

Утворена муфта з профільною втулкою працює так. При обертанні ведучого вала, через пружну профільну втулку, обертальний момент передається на ведений вал. Збільшення обертального моменту приводить до деформації пружної профільної втулки із-за розтискання її граней і підковоподібних вершин рівностороннього трикутника. Тому обертальний момент від ведучого вала до веденого вала передається порівняно м'яко. При збільшенні та перевищенні максимального обертального моменту пружна профільна втулка розтискається за рахунок деформації граней і пружних підковоподібних вершин до такої величини, що вал ведучий або ведений прокручується у пружній профільній втулці, обертальний момент не передається – виконується запобіжна функція муфти. При зменшенні обертального моменту профільна втулка муфти повертається у початкове положення.

УДК 621.923

Греля Т. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ СОПЛОВИХ ЛОПАТОК ТУРБІН**

Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент Капаціла Ю.Б.

Grelya T.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **INCREASE IN EFFICIENCY OF NOZZLE TURBINE BLADES PROCESSING**

Ключові слова: лопатка, обробка, шліфування.

Keywords: blade, tooling, polishing.

Виробництво лопаток газотурбінних двигунів займає особливе місце в сучасному машинобудуванні. Це зумовлено такими особливостями виготовлення лопаток: відповідальним призначенням лопаток в двигуні; складністю геометричних форм та вимогами високої точності виготовлення лопаток; масовістю виготовлення лопаток; застосуванням дорогих і дефіцитних матеріалів для виготовлення лопаток; поганою оброблюваністю матеріалів, що застосовуються. Поєднання зазначених факторів і визначає специфіку виготовлення лопаток. Виробництво лопаток вдосконалюється, головним чином, в напрямку механізації та автоматизації. Виключення ручної праці дозволяє не тільки скоротити трудомісткість, але й підвищити якість виготовлення лопаток.

На всіх стадіях технологічного процесу виготовлення лопаток турбін, починаючи з підготовки основних базових поверхонь, застосовуються спеціальні верстати і верстати з ЧПК. Як найбільш важливий захід щодо підвищення продуктивності праці і підвищенню якості стало впровадження багатопшпіндельних верстатів для кругового фрезерування внутрішнього і зовнішнього профілів робочих частин лопаток. Застосування верстатів з програмним керуванням дозволяє об'єднати кілька операцій в одну і тим самим скоротити цикл виготовлення лопаток, звільнити робітника від виконання важких ручних робіт, підвищити точність обробки.

Одним з прогресивних методів чистової обробки лопаток є метод стрічкового шліфування. До основних техніко-економічних переваг цього методу слід віднести: широку універсальність; високу продуктивність; високу стабільність процесу; широкий діапазон регулювання основних параметрів процесу. Значна площа контакту стрічки з поверхнею, яка обробляється, сприяє збільшенню кількості зерен, що працюють одночасно, зменшенню теплоутворення і припалів поверхні, яка обробляється. Тепло, яке виділяється при шліфуванні стрічкою, розсіюється швидше, ніж при обробці кругами, що, крім підвищення якості, дозволяє додатково інтенсифікувати режими і продуктивність процесу. Стрічки, володіючи великою еластичністю, дозволяють обробляти складні криволінійні поверхні; при стрічковому шліфуванні виключається необхідність балансування, правки інструменту.

Тому, однією з перспективних задач, яка потребує наукового обґрунтування та розв'язання, можна назвати механізацію та автоматизацію шліфувальних робіт з доведення профілів робочих частин довгих лопаток турбін.

УДК 62-932.4

Грицишин І.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНОК НА СИТІ

Науковий керівник: Федорів П.С.

Grycyshyn I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## INVESTIGATION OF THE PARTICLES MOVES ON SIEVE

Supervisor: Fedoriv P.S.

Ключові слова: посипання, автоматизація, керування

Keywords: powdering, automation, management

Обов'язковою умовою високої та стабільної якості продукції будь-якого виробництва є постійне і точне дотримання параметрів мікроклімату у виробничих. При виробництві продуктів харчування важливого значення надається органолептичним показникам продукції. Покращення органолептичних показників можна внесенням додаткових компонент до існуючих рецептур печива. Додаткові компоненти вносяться на двох етапах: перед здійсненням процесу замішування тіста і після відсадки готових виробів. При замішуванні тіста доцільно вносити розчинні і несипкі компоненти. Після відсадки вносяться сипкі добавки, які дають змогу вирішити комплексну задачу: надання виробам бажаного смаку, а також забезпечення для готової продукції належного товарного вигляду.

Для забезпечення якісного посипання заготовок печива різного роду добавками важливим є досягти оптимальних режимів роботи технологічного обладнання, при яких кількість насипаного на печиво матеріалу максимально відповідає рецептурі.

Досліджено критичну швидкість частинок по сити (м/с):

$$v = \frac{D+b}{2} \cdot \sqrt{\frac{9,81}{b+d}}$$

де  $D$  - розмір отвору сита, м;  $b$  - діаметр нитки сита, м;  $d$  - діаметр частинки продукту посипання, м.

Якщо врахувати наявність тертя між частинками і ситом, який рівний приблизно 0,5, то можна припустити, що швидкість руху частинок по ситі буде відповідати приблизно половині усередненої швидкості сита.

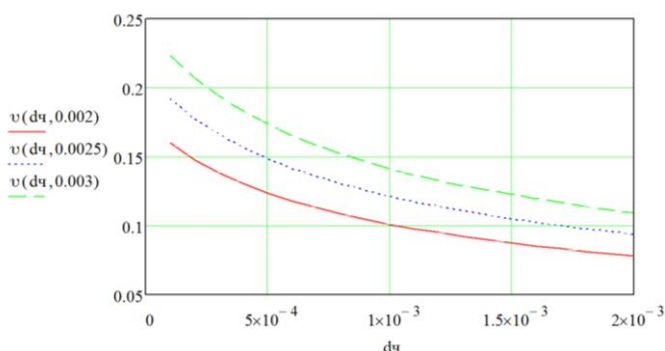


Рисунок 1 – Графік залежності швидкості сита від розмірів частинок при різних значеннях розмірів комірки.

УДК 614.8

Грушицький О. – ст. гр. ХВМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ БЕЗПЕЧНОЇ РОБОТИ НА ЗАТОЧНИХ ВЕРСТАТАХ**

Науковий керівник: Кравець О.І.

Hrushytskyi O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE FEATURES OF SAFE FOR WORK ON GRINDING MACHINE TOOLS**

Supervisor: Kravets O.I.

Ключові слова: охорона праці, заточні верстати.

Key words: safety, grinding machines.

Заточні верстати – найпоширеніший вид металообробного обладнання на підприємствах машинобудівної галузі. Через нескладну будову та простоту використання, часто для роботи на такому типі верстатів допускаються молоді фахівці або робітники, що тільки прийняли на роботу. В порівнянні з іншими типами верстатів, безпечній роботі на заточних верстатах не приділяють великої уваги, так як кожен студент інженер-механік під час проходження виробничої практики неодноразово використовує його в роботі та мав би освоїти основні принципи роботи ще в студентські роки.

Проте, як показує практика, основна частина нещасних випадків стається через нехтування елементарними правилами техніки безпеки при роботі з верстатом. Вважається, що верстат такого типу не несе великої загрози здоров'ю та життю робітника, так як не має серйозних потужностей та достатньої кількості небезпечних зон. В основному фактор простоти роботи для робітника і стає причиною отримання травм.

Оскільки переважна більшість верстатів заточної групи не забезпечує високу точність обробки через відсутність шкали вимірювання лінійних розмірів та кутів, відсутність спеціальних пристосувань, інструменту та обладнання, то роботу подачі та глибини різання виконується за допомогою фізичної сили робітника. За таких умов травматизм може статись від перевтоми, поганого самопочуття та емоційного стану людини в конкретний момент роботи.

Дуже часто страждають органи дихання через підвищену запиленість робочої зони, а так як частинки оброблюваного шару матеріалу та абразивного круга досягають мікрометрів, то вони можуть осідати на легенях та викликати хрипи та навіть важкість дихання.

В більшості випадків заготовка ніде не закріплюється, а в процесі обробки знаходиться в руках робітника. При довготривалій роботі як саме тіло верстата, так і заготовка нагріваються до високих температур. Особливо критична температура має місце в зоні контакту тіла абразивного круга з робочою зоною заготовки. А так, як метали володіють високим коефіцієнтом теплопровідності, то вся заготовка нагрівається і є ризик отримання опіків. Тобто причиною травматизму може також стати підвищена температура обладнання чи матеріалів.

При роботі також значною проблемою є підвищені рівні шуму і вібрації на робочому місці, а тому важливим є надійне закріплення самого верстату та робота в захисних навушниках.

Так як верстат не займає багато робочого місця, і часто його розміщують на столі чи у просторі між габаритними верстатами, то струмоведучі частини електрообладнання можуть бути погано закріплені, або незахищеними від попадання в робочу область круга. Часто буває, що кабель при контакті з абразивом перетирається і відбувається коротке замикання чи навіть займання обладнання.

Для уникнення травматизму абразивний інструмент і елементи його кріплення повинні бути огорожені захисними кожухами, міцно закріплені на верстаті, проте з метою економії, іноді, підприємства закупають круги більших діаметрів, що не вміщуються в захисний кожух. Тоді мікрочастинки заготовки та круга розлітаються хаотично, а сам працівник опиняється у великій небезпеці відносно будь-яких збоїв у роботі. Потрібно розуміти, що внаслідок великої швидкості обертання заточувальних кругів та навіть миттєвий дотик до них руками викликає пошкодження.

Категорично забороняється користуватися абразивними кругами, що мають тріщини або вибоїни, так, як руйнування такого круга при великих обертах може призвести до серйозних травм, або й смертельних випадків.

Для збереження здоров'я та уникнення травматизму необхідно дотримуватись таких основних правил при роботі на заточних верстатах:

- під час роботи на верстаті робітник повинен стояти збоку, а не напроти обертаючого круга;
- заточувальний предмет повинен підводитись до круга плавно, без ударі, натискувати на круг слід без зусилля;
- не виконувати роботу боковими поверхнями кругів, які спеціально не призначені для такого виду робіт;
- не гальмувати обертаючий круг шляхом натиснення на нього яким-небудь предметом;
- під час роботи верстата не відкривати та не знімати огороження та запобіжне устаткування;
- не використовувати при заточуванні незакріплений інструмент;
- не слід торкатися до електропроводів та інших струмоведучих частин, а також самому усувати несправності електрообладнання для уникнення ураження електричним струмом;
- бути уважним, не займатись сторонніми справами і розмовами, не відволікати увагу інших;
- постійно виконувати правила техніки безпеки, утримувати своє робоче місце в чистоті і порядку, не загромаджувати проходи;
- при залишенні робочого місця (навіть короткочасно) обов'язково виключити верстат.

Отже, питанню охорони праці при роботі на заточних верстатах потрібно приділити більше уваги, особливо це стосується працівників, які їх використовують повсякденно. Відповідальне виконання інструкції з охорони праці значно знизить небезпеку травмуватися та підвищить відповідальність працівника. Ключовим завданням інспектора з охорони праці є забезпечити безпечні умови праці та проводити постійні інструктажі та перевірку дотримання правил робітниками, а працівників, для уникнення небезпеки – обов'язкове їх виконання.



УДК 637.5

Грушко О.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ПРИ ТЕРМІЧНІЙ ОБРОБЦІ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Науковий керівник: Федорів П.С.

Grushko O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## INVESTIGATION OF HEAT TRANSFER BY HEAT TREATMENT OF SAUSAGES

Supervisor: Fedoriv P.S.

Ключові слова: теплообробка, автоматизація, керування

Keywords: heat treatment, automation, management

Технологічний процес теплової обробки ковбасних виробів як складних капілярно-пористих колоїдних тіл, складається із стадій підсушки, обжарювання і варіння. Перша стадія полягає в прогріванні, головним чином, поверхні продукту в середовищі з низькою відносною вологістю (до 10%). При складанні математичної моделі процесу термічної обробки ковбасних виробів в копильних установках з інфрачервоним нагрівом конвективним теплообміном від доовколишнього повітря нехтуємо. Променистий потік, проникаючи в продукт, затухає за експоненціальном законом.

При товщині продукту  $\delta > 10$  мм і високому значенні коефіцієнта поглинання променистий потік швидко затухає у міру проникнення в продукт, і можна вважати, що вся енергія віддається поверхні, а в нагріві внутрішніх шарів не бере участь. Процес термообробки ковбасних батонів є багатофакторним і складним по своїй суті.

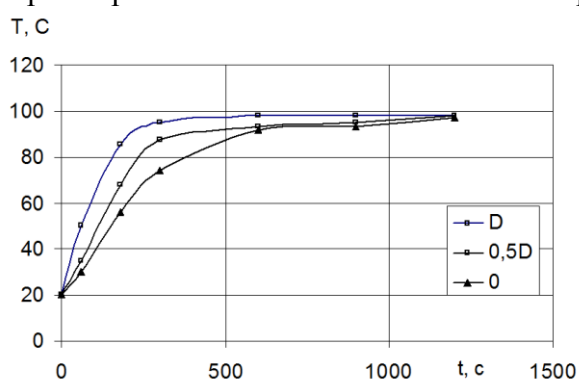


Рисунок 1 – Графік зміни експериментально дослідженої температури ковбасного батона при термообробці при  $D=55$ мм

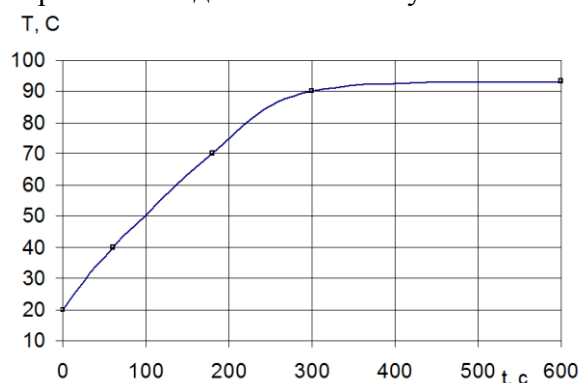


Рисунок 2 – Розрахований графік зміни усередненої температури

Аналізуючи отримані результати, слід зазначити, що значення розрахованої усередненої температури ковбасного батона в динаміці досить точно співпадає з експериментальними даними. Найбільше співпадання спостерігається зі зміною температури на  $0,6D$  ковбасного батона (рисунки 1, 2).

УДК 621.891

Гупка А. - аспірант

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТРИБОЛОГІЯ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ДЕТАЛЕЙ ВИКОПУЮЧИХ ОРГАНІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН**

Науковий керівник: д.т.н., доцент Гевко Ів.Б.

Гурка А.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **HEAVY DUTY TRIBOLOGY DETAILS PERFORMING ROOT CROP OF MACHINES**

Supervisor: Gevko Iv.B.

Ключові слова: важконавантажені, коренезбиральні, тертя.

Keywords: heavy duty, root crop, friction.

В загальній проблемі тертя та зношення особливе місце займає проблема підвищення трибо логічної надійності важко навантажених пар тертя розробка ефективних методик дослідження та кінетичних критеріїв оцінки процесів в зоні фрикційного контакту поряд із аналізом структурно-енергетичного стану поверхонь.

Одним із перспективних напрямків у проблемі підвищення триботехнічної надійності важко навантажених вузлів тертя машин і механізмів являється застосування нових матеріалів та мастильних середовищ. На жаль, їх розробка й застосування йде в основному емпіричним шляхом, що пов'язано зі значною втратою часу й засобів. Це відноситься до методик дослідження, існуючих триботехнічних критеріїв, які не дозволяють обґрунтовано судити про характер функціональної взаємодії в зоні фрикційного контакту й створення банку даних. Як показує практика експлуатаційних досліджень матеріалів пар тертя, в залежності від комплексу енергетичних, кінетичних, структурних параметрів існує діапазон їх роботи, який характеризується оптимальними значеннями триботехнічних показників. Враховуючи багато факторів, які впливають на процеси тертя й зношення матеріалів, невизначеність вкладу кожного з них, необхідні системні підходи до вирішення даної проблеми й розробка комплексної методики дослідження. Структурно енергетичний підхід дозволив розкрити загальні закономірності і фундаментальні основи тертя і зношення матеріалів. Поряд із триботехнічними дослідженнями, які розкривають кінетику фізико-хімічних процесів у зоні контакту, досліджувались процеси утворення, трансформації і руйнування вторинних структур (ВС), які утворюються на поверхнях тертя й екранують основний матеріал пари тертя від об'ємного руйнування.

Встановлено, що існує діапазон навантажень і швидкостей ковзання в якому значення триботехнічних показників стабільне і на декілька порядків нижче, ніж поза цим діапазоном. Електронно-мікроскопічні дослідження поверхонь тертя показали, що це обумовлено типом і властивостями ВС, які утворюються, динамічною рівновагою швидкостей їх утворення і руйнування. Конструкторські, технологічні і експлуатаційні заходи повинні бути направлені на розширення цього діапазону і зниження значень триботехнічних показників. Визначення вказаного діапазону традиційним вимірюванням величини зношення процес довгий і трудоемний і не розкриває характеру явищ, що його зумовлюють. Останнім часом широке застосування в

трибології одержали електричні методи вимірювання, зокрема, метод вимірювання контактного електроопору пари тертя (КЕО). Встановлено, що значення КЕО залежить від структурного стану поверхонь тертя і являється характеристикою кінетики процесу тертя і зношення. Ідентифікація показників КЕО і зношення показали, що в діапазоні нормального механохімічного зношення значення КЕО стабільне і максимальне, параметри зношення - стабільні і мінімальні. За межами цього діапазону кореляційна залежність відсутня. У зв'язку з тим, що час стабілізації КЕО після кожного етапу навантаження мінімальний, побудова графіку залежності КЕО від швидкості ковзання або питомого навантаження потребує незначного часу. Визначивши діапазон максимального і стабільного значення КЕО, визначаємо діапазон нормального тертя і зношування. Запропонований спосіб володіє експресністю, високою трибологічною інформативністю і може застосовуватися для любых вузлів тертя машин і механізмів.

Питання підвищення стійкості робочих поверхонь дисків копачів коренеплодів проти спрацювання (зносостійкості) є надзвичайно актуальним. У процесі експлуатації викопуючих органів коренезбиральних машин ріжучі кромки його ободу, зазнаючи різноманітних навантажень спрацювуються, руйнується наплавлений шар, в основному з орієнтацією тріщин в радіальному напрямку. При цьому, в більшості випадків, причиною виходу їх з ладу є не величина їхнього абсолютного спрацювання (зносу) робочої поверхні леза, а рівень нерівномірності його спрацювання. Тому важливим завданням розробки нових технологічних процесів виготовлення дисків копачів коренезбиральних машин є забезпечення регламентованого характеру спрацювання, що дозволяє сформувати потрібний рельєф на робочій поверхні (кромці), зберегти заданий профіль при спрацюванні леза диску до кінця терміну його експлуатації, створити умови його само-загострення в процесі його зношування.

Відомі технічні рішення, що направлені на вирішення даного питання: застосування технологічних процесів наплавлення (перервного, одно і двостороннього, перервного з попереднім формуванням зубів), нанесення шарів з регламентованим розподілом властивостей (шари зі змінною твердістю і стійкістю проти спрацювання), спеціальними способами наплавлення: індукційно - металургійний), тощо. З врахуванням відомих технологічних процесів, використанню методики уніфікованого синтезу технологічних інновацій, розроблений технологічний процес, що забезпечує розв'язання вказаних задач.

Нами запропоновано здійснювати вальцювання робочого леза диска копача з наданням йому форми гіперболічного профілю, що забезпечить співпадання розподілу витяжок по ширині вальцювання із вільним видовженням кожної окремо вибраної смуги деформації. Витяжка металу за внутрішнім краєм в зоні деформації відсутня. Наслідком цього є попередження виникнення залишкових напружень, що сприяють розшаруванню і розриву металу та утворенню кільцевого бурта напливу металу на внутрішньому краї поверхні леза. Для спрощення виготовлення валків гіперболічний профіль можна замінити максимально наближеним до нього профілем, твірна якого складається із ламаної лінії, місце і характер її перегинів розраховують із умови мінімально можливого поперечного переміщення металу у процесі формоутворення. З метою підвищення динамічної міцності наплавлених шарів нами запропоновано варіанти накатування спіроїдних канавок та рифлень з наступним нанесенням нерівномірного шару наплавки на ці поверхні.

УДК 621.91

Іванішів Р. - гр. ХВМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ ЗАМІНИ ІНСТРУМЕНТІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Склярів Р.А.

Ivanishiv R.V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

### **PATENT'S INVESTIGATION FOR MECHANISMS OF AUTOMATICALLY CHANGES TOOL**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Sklyarov R.

Ключові слова: патентні дослідження, механізми.

Keywords: patentresearch, mechanism.

Патентний пошук є складовою частиною досліджень, під якими розуміються: визначення рівня і тенденцій розвитку об'єктів техніки шляхом проведення порівняльного аналізу створюваного об'єкта з кращими вітчизняними і закордонними зразками; установлення патентоспроможності технічних рішень і патентної чистоти нової продукції.

Розрізнять п'ять видів патентного пошуку: тематичний (предметний), тобто по індексу МПК; іменний (для контролю діяльності конкурента); по формальних ознаках документа (нумераційний), тобто №, дата (пріоритету, публікацій, викладення і т.д.); за ключовими словами; у повних текстах.

Джерелами інформації для патентних досліджень можуть бути: описи винаходів різних країн (авторські свідоцтва і патенти); офіційні бюлетені; видання ВНІП; фірмові журнали; рекламні матеріали; видання закордонних інформаційних фірм; іноземні видання (книги, журнали і т.д.); реферативні журнали і ін.

При проведенні патентного пошуку ми використовуємо патентні джерела інформації. Пошук патентів за темою магістерської роботи ми проводили згідно розділу *B – різні технологічні процеси*, класу *B23 - металорізальні верстати; способи і пристрої для обробки металів не віднесені до других класів*, підкласів - *B23B, B23C та B23Q*. В межах цих підкласів для аналізу брались патенти з семи груп та підгруп.

Вибрані в результаті для аналізу патенти було умовно поділено на п'ять груп: без автооператора, з автооператором, з позицією очікування, з проміжним носієм і автооператором, для інструментальних головок.

При проведенні патентно-інформаційних досліджень було проаналізовано більше сорока патентів з конструкціями механізмів для автоматичної заміни інструментів. Така кількість патентів дозволила виявити типові конструкції таких механізмів, та визначити які конструктивні елементи застосовуються в них, а саме автооператори, інструментальні магазини, відслідкувати конструктивні особливості інструментальних оправок. Розглянуто переваги та недоліки конструкцій цих механізмів.

На основі цього аналізу було розроблено морфологічну матрицю конструкцій механізмів для автоматичної заміни інструментів.

УДК 621.8

Острожинська О. – ст. гр. КБ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ ВТРАТ В АВТОМАТИЧНІЙ ІНЕРЦІЙНІЙ ПЕРЕДАЧІ**

Науковий керівник: асистент Каретін В.М.

Ostrozhyńska O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ANALYSIS OF LOSSES IN THE AUTOMATICALLY INERTIAL TRANSMISSION**

Supervisor: assistant Karetin V.

Ключові слова: інерційний трансформатор, автомобільний транспорт, гідродиференціальний трансформатор

Keywords : inertial transformer, motor transport, hydraulic differential transformers

У світі, розвиток автомобільного транспорту йде з посиленою конкуренцією між товаровиробниками, з утворенням нових підприємств, різким збільшенням поставок по імпорту, як у Європі, так і в інших країнах світу, які випускають товари одного призначення, перенасиченням товарами ринок, коли пропозиція перевищує попит. Безліч типів машин, які випускаються на даний час розрізняються між собою за призначенням, наприклад транспортні, дорожні та інші, є наслідком великої різноманітності потреб людини та видів діяльності. Ринок виробника змінився ринком споживача, тому і зріс інтерес до проблеми забезпечення конкурентоспроможності знову створюваних виробів, у тому числі автомобільної техніки.

Конкурентоспроможність проєктованих автомобілів досягається поліпшенням споживчих властивостей таких як: зручність управління, комфортабельність, надійність, паливна економічність. Застосовуючи в автомобільній техніці – автоматичну трансмісію, всі ці показники можуть бути поліпшені за її рахунок. Але, в свою чергу, різні автоматичні передачі мають різний коефіцієнт корисної дії (ККД), який в свою чергу суттєво впливає на паливну економічність машини.

Відомі автоматичні передачі, такі як варіатори, гідротрансформатори, фрикційні трансформатори, поки що явно поступаються механічним приводам. Вони мають недоліки, які важко вирішувати. Великі перспективи в автоматичних приводах машин мають місце мають інерційні трансформатори крутного моменту (ІТКМ), що відносяться до класу механічних передач. Тому, механічний трансформатор інерційного моменту має недостатній технічний ресурс. У зв'язку з цим доцільно, також, досліджувати гідродиференціальний трансформатор моменту, який не має механічних тіл заклинювання.

Що ж стосується теорії розрахунку та обґрунтування вибору конструктивних параметрів гідродиференціального трансформатора моменту, то він є найменш досліджуваний. В трансмісії мобільної машини, можливість застосування інерційного гідродиференціального трансформатора крутного моменту цілком залежить від забезпечення механізмом необхідного технічного ресурсу.

УДК 621.38

Ковалик Ю.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ ФОТОДАВАЧІВ ДЛЯ ЛІНІЙ РОЗЛИВУ ПИТНОЇ ВОДИ

Науковий керівник: Федорів П.С.

Kovalyk Y.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## INVESTIGATION OF SENSITIVITY PHOTO SENSORS FOR DRINKING WATER BOTTLING LINE

Supervisor: Fedoriv P.S.

Ключові слова: фотодавач, чутливість, керування

Keywords: photo sensors, sensitivity, management

Властивості електромагнітного випромінювання широко використовуються в сучасній науці і техніці, особливо в безконтактних, дистанційних пристроях контролю, вимірювання, збору і передачі енергії й ін. Серед приладів, оснований на використанні електромагнітного випромінювання, особливе місце займають оптико-електронні системи, яким властиві висока точність, швидкодія.

Проведено дослідження впливу типу поверхні на функцію перетворення. Вимірювання проводилися для чотирьох типів поверхні: відбиваюча поверхня, напівпрозора, чорний папір і коричнева. Вимірювалася напруга на виході давача в точках від  $x=0$  до значення, при якому напруга буде максимальною, з кроком 200 мкм.

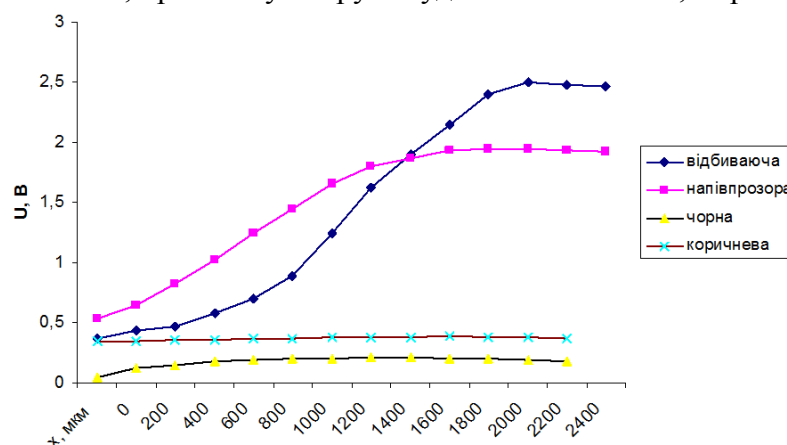


Рисунок 1 – Залежність функції перетворення фотодавача від типу поверхні

Робота фото-давачів залежить від стану поверхні робочої мішені, її коефіцієнта відбиття і степені розсіювання світла при відбитті від поверхні. Функція перетворення давача індивідуальна для кожної пари давач—поверхня. Розмір (довжина) робочої ділянки характеристики визначається розсіюванням світла від поверхні, а кут нахилу — коефіцієнтом відбиття світла. Давач характеризується повною відсутністю впливу на об'єкт.

УДК 621.891

Королишин Ю. – ст. гр. МІ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ МАСШТАБНОГО ЧИННИКА НА ПРОЦЕСИ ТЕРТЯ ТА ЗНОШЕННЯ ПРО ОБРОБЦІ МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ**

Науковий керівник : Гупка Б.В. к.т.н., доцент

Korolyshyn Y.T

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE IMPACT OF MEGA FACTOR ON FRICTION AND WEAR PROCESSING OF METAL CUTTING**

Supervisor: PhD, Associate Professor Hupka B. V.

Ключові слова: різання металів, тертя.

Keywords: metal cutting, friction.

Значна частина триботехнічних задач в даний час вирішується малоефективним, емпіричним шляхом, що призводить до великих матеріальних та енергетичних витрат, не враховуються параметри трибологічної надійності та довговічності машин, механізмів, ріжучих інструментів ще на етапі конструювання. Важливу роль відіграє при цьому геометрія контактуючих поверхонь тертя (масштабний чинник), яка визначає значення коефіцієнта взаємного перекриття ( $K_{\text{вп}}$ ). Величина  $K_{\text{вп}}$  суттєво змінює швидкість процесів тертя та зношення при переході від точкового до лінійного контакту і нарешті до контакту по площині. В умовах тертя при різанні металів це призводить до зміни співвідношення швидкостей процесів утворення, трансформації та руйнування захисних вторинних структур (ВС). Аналізуючи вхідні параметри та умови різання (важконавантажені пари тертя), попередні експериментальні дослідження та дослідження інших авторів, вибрана наступна схема контакту пари тертя пальчиковий зразок - плоска торцева поверхня диска (контртіло). Положення зразка суттєво впливає на умови мащення та охолодження (характер подачі змащуючо-охолоджуючих рідин в робочу зону різання), що в свою чергу формує конкретні значення параметрів контактного електричного опору (КЕО)  $R$ , інтенсивності зношення  $l$ , коефіцієнта тертя  $\mu$ , температури  $T^{\circ}\text{C}$ . Враховуючи вище перелічене, запропоновано конструкцію трибометра для дослідження процесів в зоні фрикційного контакту при обробці металів різанням.

Побудована модель досліджуваних процесів. Запропоновані ідеї зреалізовані при вирішенні проблеми: прискореного припрацювання поверхонь тертя для одержання оптимальної експлуатаційної шорсткості. Наведені дані узагальнені для ряду різних матеріалів пар тертя, мастильних середовищ, вихідних значень шорсткості поверхні (UC) і характеристик вторинних структур, силових параметрів навантаження ( $P$ ,  $V$ ). Проведений цикл досліджень дозволив побудувати узагальнений графік залежності основних триботехнічних показників і структурного стану поверхонь тертя від значення  $K_{\text{вп}}$ . Дана схема дослідження дозволила шляхом фізичного моделювання процесів тертя та зношення, що має місце при різанні металів, значно зменшити трудоемкість експериментальних досліджень, а також дати фізичне обґрунтування зношенню ріжучих інструментів.

УДК 621.891

Ласько В. – ст. гр. МІ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гупка Б. В.

Lasko V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **TECHNOLOGICAL METHODS OF IMPROVING THE DURABILITY HEAVY DUTY FRICTION PAIRS**

Supervisor: PhD, Associate Professor Hupka B. V.

Ключові слова: зносостійкість, тертя.

Keywords: durability, friction.

В сучасних машинах і механізмах використовуються різні по конструкції технології виготовлення і призначенню елементи, зносостійкість яких визначає трибологічну надійність важконавантажених пар тертя (ВПТ) в т.ч. і паливних систем. Не дивлячись на різноманітність конструктивних форм і функціональних особливостей ВПТ, спільними являються вимоги стабільності сил тертя, збереження розмірних параметрів (мінімальне зношування), оптимальні характеристики поверхневих шарів.

Деталі вузлів ВПТ працюють в умовах дії високих динамічних навантажень, реверсивного характеру руху, високих температур, абразивного середовища. Дані умови роботи ставлять особливі вимоги до технологічних процесів виготовлення деталей, матеріалів і технічних вимог по параметрах точності і якості. Аналіз робочих поверхонь пар тертя виявив наступні види зносу: абразивний, механохімічний, корозійний, що дозволило нам запропонувати відповідні високопродуктивні технологічні методи підвищення надійності і довговічності деталей ВПТ.

Для вибору оптимальних технологічних методів для конкретних пар тертя проведено комплекс досліджень механохімічних процесів в зоні фрикційного контакту, в т.ч. специфіки утворення, трансформації та руйнування ВС. Дослідні взірці виготовлялись із сталі ШХ15 з наступними методами зміцнюючої технології: обробка глибоким холодом, хімічне травлення, хромування, комплексна хіміко-термічна обробка, конденсація з іонним бомбардуванням, лазерне зміцнювання. Шорсткість робочих поверхонь доводилася до  $Ra = 0,32\text{мкм}$ .

З позицій структурно-енергетичної теорії тертя та зношування проведено комплекс досліджень поверхневої міцності, структурної пристосовуваності матеріалів, механізмів руйнування ВС. В якості критеріїв вибору оптимальних технологічних методів в даній роботі використовувались: контролюючі параметри - момент тертя, температура, величина зносу, контактний електроопір поверхневих шарів; розрахункові параметри - коефіцієнт тертя, питома робота руйнування, енергоємність системи тертя. Для ідентифікації даних показників проведено дослідження структури поверхонь тертя, які працювали в режимі нормального тертя та зношування.

На основі одержаних даних розроблені схема управління поверхневою міцністю та практичні рекомендації по підвищенню трибологічної надійності ВПТ.



УДК 621. 833. 65

Лисанець О. – ст. гр. АТ-31, Цимбалюк А. – ст. гр. МБ-31

*Національний університет водного господарства та природокористування*

## **МУФТА ЗАПОБІЖНА З ЗІРКОПОДІБНОЮ ПРУЖИНОЮ**

Наукові керівники: к.т.н., доцент Стрілець В.М., к.т.н. Стрілець О.Р.

Lysanets O., Tymbaliuk A.

*National University of Water Management and Nature Resources Use*

## **OVERLOAD CLUTCH WITH STAR-SHAPED SPRING**

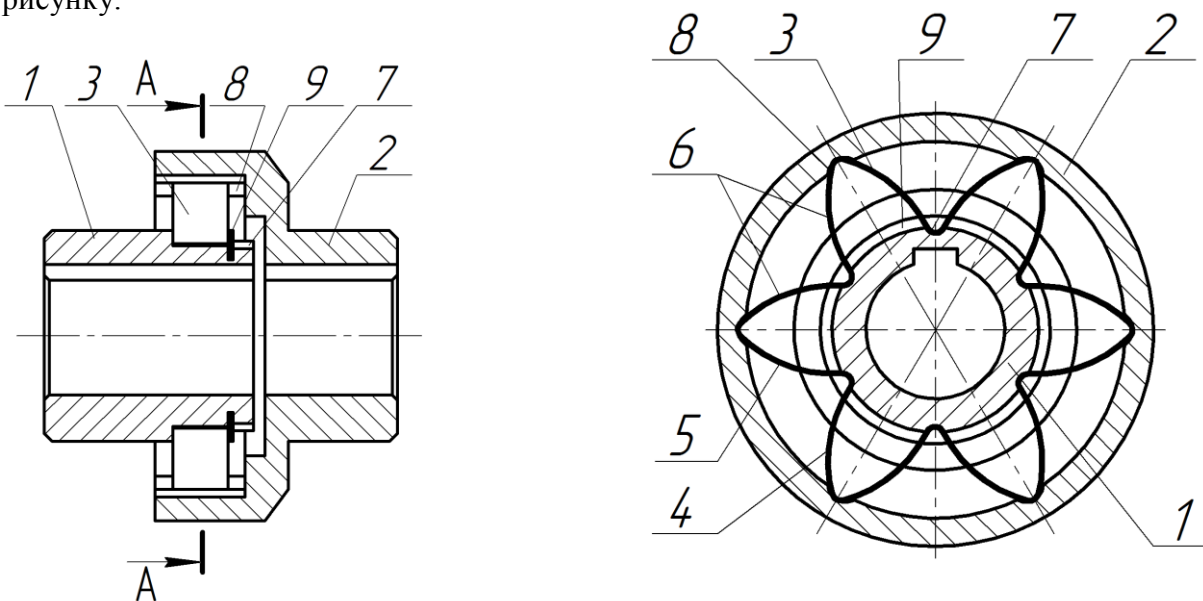
Supervisors: Strilets V., Strilets O.

Ключові слова: муфта запобіжна, зіркоподібна пружина

Keywords: overload clutch, star-shaped spring

Муфти є достатньо відповідальними механічними пристроями у приводах машин, що часто визначають їх надійність. Основне призначення муфт – це передавати обертові моменти від одного до другого вала. Крім цього, пружні запобіжні муфти виконують і такі функції: компенсацію шкідливого впливу зміщення геометричних осей кінців валів, що виникають унаслідок неточностей виготовлення або монтажу; гасіння вібрацій, поштовхів та ударів, що виникають під час експлуатації механічних приводів; запобігання перевантаженню механізмів і машин.

Розглянуті конструкції відомих комбінованих пружно-запобіжних муфт – пружно-зубчасті; муфти, яка складається з пружно-пальцевої та з зрізним штифтом; кулькових та інших. На основі аналізу недоліків конструкцій цих відомих муфт розроблені конструкції нових пружно-запобіжних муфт із зіркоподібними пружинами захищені патентами України на корисні моделі 90178 і 90494, одна з них показана на рисунку.



Рисунок

Муфта запобіжна пружна складається з внутрішньої 1 і зовнішньої 2 півмуфт, з'єднаних між собою зіркоподібною плоскою пружиною 3, сторони 4 і 5 виступів 6 якої виконані випуклими в сторону від осі симетрії виступів 6, встановленою в заглиблення 7 і 8 півмуфт 1 і 2, причому заглиблення 8 виконані з радіусом більшим радіусів заокруглень виступів 6. Положення зіркоподібною пружини 3 зафіксовано на внутрішній півмуфті 1 стопорним кільцем 9.

Муфта запобіжна пружна працює так. При обертанні внутрішньої півмуфти 1, обертальний момент через зіркоподібну плоску пружину 3 та заглибини 7 і 8 передається на зовнішню півмуфту 2. В режимі перевантаження зіркоподібна пружина 3 деформується, зменшуючись у діаметрі по своєму зовнішньому контуру, при цьому сторони 4 і 5 виступів 6 вигинаються в сторони своїх випуклостей, забезпечуючи деформацію зіркоподібною плоскою пружини 3 в межах пружної деформації і виходять із заглиблень 8 зовнішньої півмуфти 2, радіус заокруглень яких більший радіусів заокруглень виступів 6 та проковзують по циліндричній поверхні зовнішньої півмуфти 2 до тих пір поки обертальний момент не зменшиться до номінального значення.

Запропонована муфта запобіжна пружна, в порівнянні з аналогами, проста за конструкцією і в експлуатації при різних видах навантаження виконавчого механізму, має покращені технічні характеристики за рахунок удосконалення конструкції пружного елемента у вигляді зіркоподібною плоскою пружини з виступами виконаними випуклими в сторону від їх осі симетрії.

Для широкого використання нової пружної запобіжної муфти виконані теоретичні статичні та динамічні розрахунки. При вирішенні задач статички і динаміки прийняті наступні допущення: виступи зіркоподібною пружини являють собою раму з криволінійним обрисом і шарнірно закріпленими кінцями; при передачі обертального моменту більшого допустимого перетини виступів зіркоподібною пружини деформуються і переміщуються паралельно; зосереджена колова сила  $F_t$  і сила тертя  $F_f$ , створені обертальним моментом, прикладені на середині ширини виступів; статичні та динамічні процеси не залежать від ширини виступів і, на кінець, жорсткість виступів  $C_\varphi = const$ .

Статичний розрахунок запобіжної пружної муфти зводиться до розрахунку виступів зіркоподібною пружини з використанням інтеграла Мора для визначення радіальних  $\delta_r$  і дотичних  $\delta_t$  переміщень, які виникають при їх деформації при передачі обертального моменту більшого допустимого.

Динамічний розрахунок запобіжної пружної муфти зводиться до визначення її основної характеристики – жорсткості  $C_\varphi$ . Від величини жорсткості пружної муфти залежить здатність машини переносити різкі зміни навантаження і працювати без резонансних коливань. Тому в розрахунках коливань у пружних муфтах враховується тільки  $C_\varphi$ , а навантаження, що передається ними прийняте, як періодичне, ударне довготривале і короткотривале та значне перевантаження, коли спрацьовує муфта як запобіжна.

Для виготовлення зіркоподібних пружин розроблений пристрій і спосіб, захищені патентами України на корисні моделі 97050 і 97082. Пристрій для виготовлення зіркоподібних пружин розроблений на принципі роботи затискного кулачкового патрона верстаків. В центральній частині цього пристрою розміщена матриця з внутрішнім обрисом зіркоподібною пружини, а на верхніх торцях кулачків встановлені пуанسونи для формування зовнішнього обрису зіркоподібною пружини.

Запропонований пристрій для виготовлення зіркоподібних пружин дозволяє легко виготовляти зіркоподібні пружини для муфт запобіжних пружних та інших виробів, які працюють в умовах динамічного навантаження.

УДК 621.91

Ліпчінський О. - гр. ХВм-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬ ТОЧНІСТЬ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТУ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Склярів Р.А.

Lipchinskij O.V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH MAIN FACTORS AFFECTING FOR PRECISIONS TURNING**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Sklyarov R.

Ключові слова: точність, токарний верстат.

Keywords: precision, turning.

Показниками якості обробки, які характеризують металорізальний верстат, а саме токарний верстат, як технологічну систему, є точність розмірів, форми і відносного розміщення оброблюваних поверхонь, а також фізико-механічні властивості поверхневого шару.

Точність верстату визначається точністю обробки заготовки на ньому, або сумарною похибкою обробки. Така похибка складається з елементарних похибок, їх нараховують шість. Це похибки встановлення, пружних деформацій технологічної системи, зношення різального інструменту, налагодження інструменту, геометрична точність обладнання та величина теплових деформацій.

В процесі обробки деталі сила різання не є постійною величиною, оскільки відбувається зміна січення стружки яка зрізується та властивостей матеріалу заготовки, відбувається зношування та затуплення різального інструменту, утворюється нарост на передній поверхні різця. Зміна сили різання обумовлює виникнення вібрацій в процесі точіння. Тому знаючи причини виникнення вібрацій, можна знайти способи їх зменшення.

Для зменшення похибки, яка виникає в зв'язку з температурними деформаціями заготовок і інструменту доцільно в процесі обробки використовувати мастильно-охолоджувальну рідину.

Теплові деформації різального інструменту впливають на точність обробки, їх можна компенсувати підналагодженням цього інструменту.

Зношування різального інструменту залежить від властивостей матеріалу, інструменту и деталі, а також умов обробки (швидкості різання). Тому на інтенсивність зношування будуть впливати швидкість різання, подача та глибина різання.

Для виявлення можливості підвищення точності обробки необхідно провести аналіз технологічного процесу з метою оцінки значень первинних похибок і їх впливу на сумарну похибку обробки. Після визначення для конкретного випадку первинних похибок і їх сумування визначають шляхи їх усунення та зменшення первинних похибок і розробляють заходи по підвищенню точності.

УДК 621.941.271

Магарко А. – ст. гр. МТмс-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ ПРИ ОБРОБЛЕННІ СКЛАДНОГО ПРОФІЛЮ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Гупка Б. В.

Magarko A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ANALYSIS OF THE USE OF ADAPTIVE SYSTEMS AT MACHINING OF COMPLEX PROFILE**

Supervisor: Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof. Hupka B. V.

Ключові слова: адаптивна система, складний профіль.

Keywords: adaptive system, complex profile.

Вирішення проблеми максимальної ефективності обробки успішно реалізують шляхом використання верстатів із програмним керуванням, які оснащені системами адаптивного, оптимального керування процесом різання, з регулюванням умов обробки по мірі виготовлення даної деталі. Проблемою розробки систем адаптивного керування та методами їх розрахунку займалися наступні дослідники: Б.М. Базров, Б.С. Балакшин, Ю.В. Петраков, В.Н. Подураев, І.В. Луців, С.О. Гаков та ін. При обробленні складнопрофільних деталей на металорізальних верстатах рівень оптимальності прийнятих режимів різання залежить від того, наскільки точно початкова інформація характеризує дійсні умови перебігу процесу обробки, та наскільки змінюються вихідні параметри, прийняті в розрахунку, складанні технологічних умов, програм керування (припуск, властивості оброблюваного матеріалу, стан обладнання та робочої поверхні деталі і ін.). Умови процесу обробки можуть змінюватися випадковим чином за таких наступних причин: безперервна зміна різальних властивостей інструментів, які неможливо точно визначити у будь-який момент часу; невизначені властивості всієї технологічної системи (пружні та температурні деформації, вібрації та ін.); для кожної деталі з оброблюваної партії є розкид припусків, твердості, властивостей матеріалу та ін. Таким чином, окрім інформаційного підходу до управління верстатами з ЧПК необхідно використовувати неординарні системи, які не заперечують інформаційному підходу, але дозволяють повніше судити про процеси технологічної системи. У зв'язку з цим, лише процес адаптивного керування процесом обробки дає можливість системам обробки виконувати самостійний пошук оптимального режиму за постійно змінних умов процесу обробки. Аналіз літературних джерел свідчить, що за всіма перевагами застосування адаптивних систем для складнопрофільної обробки розробка та широке впровадження обмежується великою складністю та високою вартістю, а також недостатньою ефективністю їх застосування, що зумовлено цілою низкою причин: недостатні знання математичних залежностей при розробці моделей керованих процесів різання, особливо під час обробки нових матеріалів; відсутність у багатьох випадках необхідних вимірювальних засобів (датчиків необхідної точності, надійності, швидкодії та ін.); непристосованість конструкції багатьох металорізальних верстатів та їх окремих механізмів до найраціональнішого розміщення датчиків на верстаті та ін.

УДК 658.511

Михайлишин Р. – аспірант

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТІКАННЯ ГАЗОВИХ ПОТОКІВ В ЗАЗОРІ МІЖ СОПЛОМ І ЗАГОТОВКОЮ**

Науковий керівник: к.т.н., професор Проць Я. І.

Mykhailyshyn R.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH LEAKING GAS FLOW IN THE GAP BETWEEN THE ORIFICE AND THE WORKPIECE**

Supervisor: Prots. Y.

Ключові слова: струменевих захват, ламінарний, адіабатичне, сопло.

Keywords: inkjet delight, laminar, adiabatic, orifice.

Рациональна конструкція струменевих захватів, яка забезпечує створення присмоктуючої сили і виключає можливість відривання заготовки від торця захвату, може бути створена на основі вивчення процесу взаємодії струменевих захватів захоплюваних ними об'єктів з врахуванням їх різноманітних характеристик. При дослідженні струменевих захватів використовується форма і напрямок протікання потоку газу, розподіл швидкостей і сил тиску по перерізу струменя та інші характерні ефекти процесів руху газу. Тому з метою проектування нових струменевих захватів, які відповідали б вимогам технологічних процесів і виведення розрахункових залежностей силових характеристик виявлення спільних закономірностей процесу взаємодії струменя повітря і поверхні деталі з врахуванням геометричних параметрів як деталей, так і струменевих елементів, точного математичного опису процесів захвату і транспортування приймемо деякі припущення і розглянемо окремі положення газової динаміки.

Ідеалізуючи процес руху газу між торцем захвату і поверхнею заготовки приймаємо його ламінарним стабілізуючим не стискуваним плоским потоком між двома паралельними потоком між двома паралельними стінками. Градієнти швидкості і тиску на товщині зазору  $h$  рівні нулю, а товщина повітряної подушки  $h_n = const$  величина постійна і не залежить від тиску  $P_0$ . Величина тиску в будь-якому перерізі суцільного потоку газу, який перпендикулярний до швидкості протікання, однакова і залежить тільки від радіуса  $r$ , а швидкість потоку змінюється тільки по висоті  $h$  повітряної подушки. Крім цього, протікання відбувається без обміну енергії між потоком і навколишнім середовищем, тобто на вході в зазор  $h$  відбувається повне адіабатичне розширення газу до величини атмосферного тиску  $P_a$  на виході, однак протікання газу на кінцевій ділянці сопла, де напрям потоку повітря може бути перпендикулярним, паралельним або направленим під кутом до зазору  $h$  і в самому зазорі  $h$  між торцем струменевого елемента і поверхнею заготовки супроводжується складними фізичними явищами. Для цього випадку проведений по детальний аналіз.

УДК 621.891

Петришин Ю. – ст. гр. СБ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ПАР ТЕРТЯ**

Науковий керівник к.т.н., доцент Гупка Б.В.

Petryshyn Y.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **METHODS TO IMPROVE DURABILITY OF FRICTION PAIRS**

Supervisor:Gupka B.V.

Ключові слова: тертя, зношення, фрикційний контакт.

Keywords: friction, wearing, frictional contact.

В сучасних машинах і механізмах використовуються різні по конструкції технології виготовлення і призначенню елементи, зносостійкість яких визначає трибологічну надійність важконавантажених пар тертя (ВПТ) в т.ч. і паливних систем. Не дивлячись на різноманітність конструктивних форм і функціональних особливостей ВПТ, спільними являються вимоги стабільності сил тертя, збереження розмірних параметрів (мінімальне зношування). оптимальні характеристики поверхневих шарів.

Технологічні методи включають: методи зміцнюючої технології (збільшення твердості, зміна хімічного і фазового складу поверхневих шарів), примінення сучасних технологічних процесів для забезпечення вимог по точності виготовлення з відповідною шорсткістю робочих поверхонь. Технологічні методи забезпечують регулювання процесів активації і пасивації з одержанням вторинних структур (ВС) із заданими характеристиками поверхневої міцності. Обґрунтоване примінення технологічних методів дозволяє підвищити антифрикційність і зносостійкість, попередити схоплювання, абразивне зношування, підвищити зносостійкість при нормальному терті, а також керувати процесами припрацювання деталей вузлів тертя ВПТ. Для вибору оптимальних технологічних методів для конкретних пар тертя проведено комплекс досліджень механохімічних процесів в зоні і фрикційного контакту, в т.ч. специфіки утворення трансформації та руйнування ВС. Дослідні взірці виготовлялись із сталі ШХ15 з наступними методами зміцнюючої технології: обробка глибоким холодом, хімічне травлення, хромування, комплексна хіміко-термічна обробка, конденсація з іонним бомбардуванням, лазерне зміцнювання. Шорсткість робочих поверхонь доводилася до  $Ya=0.32\text{мкм}$ .

З позиції структурно-енергетичної теорії тертя та зношування проведено комплекс досліджень поверхневої міцності, структурної пристосовуваності матеріалів, механізмів руйнування ВС. В якості критеріїв вибору оптимальних технологічних методів в даній роботі використовувались: контролюючі параметри - момент тертя, температура, величина зносу, контактний електроопір поверхневих шарів: розрахункові параметри-коефіцієнт тертя, питома робота руйнування, енергоємність системи тертя. Для ідентифікації даних показників проведено дослідження структури поверхонь тертя, які працювали в режимі нормального тертя та зношування. На основі одержаних даних розроблені схема управління поверхневою міцністю та практичні рекомендації по підвищенню трибологічної надійності ВПТ.

УДК 621.86

Піскор А. – ст. гр. МТмс-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ ГОФРОВАНИХ ГВИНТОВИХ ЗАГОТОВОК

Науковий керівник: к.т.н. Дячун А. Є.

Piskor A.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## MODELING OF THE CORRUGATED SPIRAL BLANKS' SURFACE

Supervisor: Cand. Sci. (Tech.) Dyachun A. Ye.

Ключові слова: моделювання, гофрована гвинтова заготовка.

Keywords: modelling, corrugated spiral blank.

Гофровані гвинтові заготовки (ГГЗ) вирізняються складністю і різноманітністю своїх форм та типорозмірів. Крім цього, під час розрахунку і моделювання теплообмінників чи динамічних процесів змішування сипких речовин із використанням ГГЗ, значну роль для забезпечення їх надійності відіграє співвідношення між геометричними параметрами профільних гвинтових заготовок. Усе вищевказане призводить до необхідності створення математичної та комп'ютерної моделі поверхні ГГЗ.

Процес формування ГГЗ можна розглядати як сукупність чотирьох рухів чотирьох ланок системи, що представлена на рисунку 1. При цьому, дана система характеризується такими рухами: обертання ланки 2 відносно основи 1, вертикальний прямолінійний рух ланки 3 по ланці 2, горизонтальний прямолінійний рух ланки 4 через ланку 3, прямолінійний вертикальний рух ланки 5 через ланку 4. Введемо наступні системи координат:  $Oxyz$  – пов'язана з основою,  $O_1x_1y_1z_1$  – пов'язана з ланкою 2. У початковому положенні система координат  $O_1x_1y_1z_1$  збігається з  $Oxyz$  ( $Ox_1^0y_1^0z_1^0$ ). На ланці 3 введемо систему координат  $O_2x_2y_2z_2$ , на ланці 4 – систему координат  $O_3x_3y_3z_3$ , а на ланці 5 – систему координат  $O_4x_4y_4z_4$ . Введемо наступні змінні координати:  $\varphi$  - кут повороту ланки 2,  $S_1 = O_1O_2$  - переміщення ланки 3,  $S_2 = O_2O_3$  - переміщення ланки 4,  $S_3 = O_3O_4$  - переміщення ланки 5. Координати точки  $B$  в системі координат  $O_4x_4y_4z_4$  описується чотирикоординатним вектором:

$$\vec{r}_{B4} = (x_{B4}; y_{B4}; z_{B4}; 1)^T. \quad (1)$$

Матриці переходу між сусідніми координатами представляємо згідно рисунка 1 наступним чином:

$$\bar{D}_1 = \begin{pmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 & 0 \\ \sin \varphi & \cos \varphi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \bar{D}_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & S_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \bar{D}_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & S_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \bar{D}_4 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & S_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

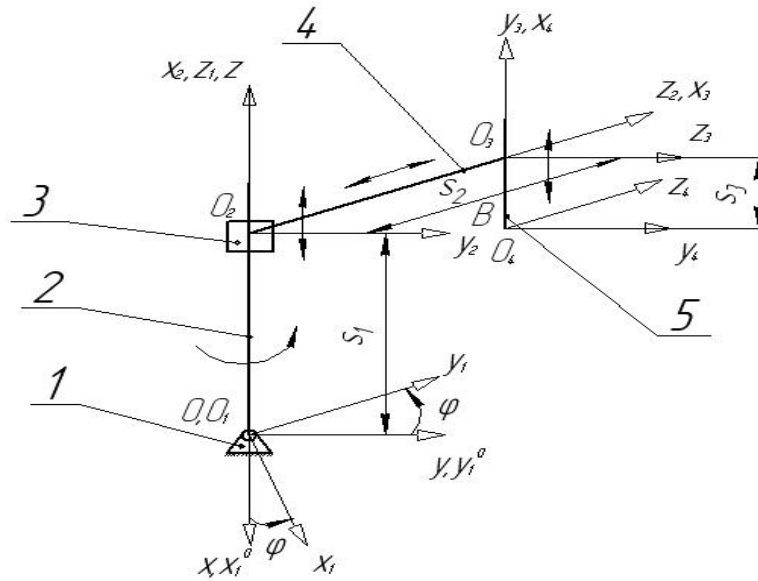


Рис. 1. Схематичне представлення процесу формоутворення гофрованих гвинтових заготовок

Координати точки  $B$  в системі координат  $Oxuz$ :

$$\vec{r}_B = \begin{pmatrix} -\sin \varphi \cdot S_2 \\ \cos \varphi \cdot S_2 \\ S_3 + S_1 \\ 1 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

У нашому випадку:

$$\varphi = \omega \cdot t, \quad (4)$$

де  $\omega$  - частота обертання ланки 2;  $t$  - час.

Переміщення ланок 3 і 4 визначаємо наступним чином:

$$S_1 = V_1 \cdot t; \quad S_2 = V_2 \cdot t, \quad (5)$$

де  $V_1$  - швидкість пересування ланки 3;  $V_2$  - швидкість пересування ланки 4.

Переміщення ланки 5 носить коливальний характер:

$$S_3 = A \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t), \quad (6)$$

де  $A$  - максимальний хід ланки 5;  $k$  - кількість гофр на одному витку ГГЗ.

Тоді математичну модель поверхні ГГЗ можна представити у параметричному вигляді наступним чином:

$$F(t, r) = \begin{pmatrix} (-V_2(t) \cdot t + r) \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0) \\ (V_2(t) \cdot t - r) \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0) \\ A(t, r) \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t) + V_1 \cdot t \end{pmatrix}, \quad (7)$$

де  $\varphi_0$  - початковий кут формування ГГЗ;  $r$  - змінний радіус ГГЗ.

Причому  $r$  змінюється від  $R_6$  до  $R_3$ , де  $R_6$  - внутрішній радіус ГГЗ, а  $R_3$  - зовнішній радіус ГГЗ. За таким же принципом можна задати геометрію будь-якої ГГЗ, в якій рівняння твірної диференційоване на всьому проміжку, при цьому ширина стрічки може бути постійною і змінною по всій довжині ГГЗ.



УДК 621.924.42.002.2

Процик Т. – ст. гр. ХВМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОФІЛЬНИХ ПОЛІГОНАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ**

Науковий керівник: к.т.н., доц.. Склярів Р.А.

Procik T.M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ANALYSIS OF APPLICATION AREA FOR POLYGONAL SURFACES**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Sklyarov R.

Ключові слова: застосування, профільна поверхня.

Keywords: application, polygonalsurfaces.

*Полігональні поверхні, на відміну від традиційних - простих, не мають такого широкого застосування, в той же час можна виділити декілька галузей промисловості, де полігональні поверхні використовуються найчастіше.*

***Передача крутильного моменту за умови відсутності відносного повороту контактуючих деталей (муфти).*** Профільні безшпонкові з'єднання застосовуються для передачі крутного моменту замість шліцевих і шпонкових з'єднань у конструкціях машин, вузлів і механізмів. Безшпонкові з'єднання виконуються з гарантованим зазором чи натягом, а також з перехідними посадками. Вони можуть бути як циліндричної, так і конічної форми, а отвори в маточинах - наскрізними і глухими.

***Забезпечення необхідного руху вихідної ланки (кулачковий механізм).*** Використання полігональних поверхонь як носіїв інформації про закон руху вихідної ланки, передбачає створення та застосування різноманітних кулачкових механізмів, при цьому передбачено геометричне та кінематичне замикання механізму.

***Передача обертового руху.*** Найчастіше для передачі обертового руху за умови збереження заданого передавального відношення використовується евольвентне зачеплення. В той же час, в деяких випадках використовуються інші види зачеплення, зокрема циклоїдальне, яке, в свою чергу, поділяється на безпосередньо циклоїдальне, цівкове та позацентроїдне. Ці види зачеплення передбачають наявність полігонального профілю.

***Об'ємні машини і пристосування (двигуни і насоси).*** Полігональні поверхні використовуються в двигунах внутрішнього згоряння та роторних насосах. В них переважно використовуються ротори, які виконуються у вигляді складних профільних поверхонь з числом граней від двох до семи.

***Затискні механізми.*** Особливої уваги заслуговує використання профільних поверхонь в затискних механізмах, коли затискний патрон виконано у вигляді втулки з циліндричною зовнішньою і полігональною (здебільшого тригранною) внутрішньою поверхнями. Для закріплення інструменту за допомогою спеціального пристосування втулку деформують радіальними силами таким чином, щоб внутрішня полігональна поверхня стала круглою. Потім в отвір вводиться циліндричний хвостовик інструменту, після чого деформуюче навантаження з втулки знімається.

УДК 621.867

Романський О. – ст. гр. МТмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВІБРАЦІЙНІ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ У КОМПЛЕКСНО АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ МЕХОБРОБЛЕННЯ ТА СКЛАДАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Дичковський М.Г.

Romanskyu O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

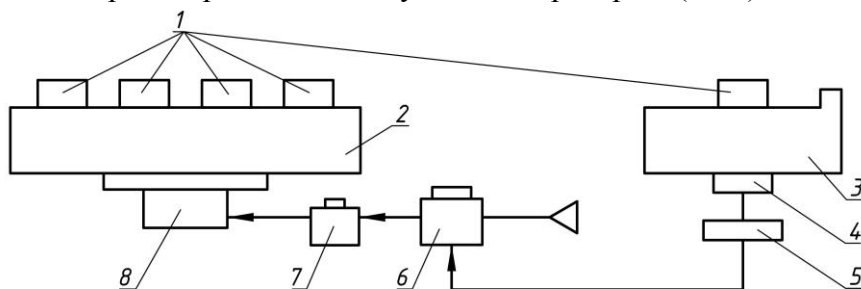
## **WIBRATORY LOAD FEED DEVICES IN INTEGRATED AUTOMATED SYSTEMS FOR MECHANICAL TREATMENT AND ASSEMBLING**

Ключові слова: машинобудування, вібраційні механізми

Keywords: mechanical engineering, vibratory mechanisms

Гнучкість та ефективність комплексно автоматизованих систем верстатів, у значній мірі, визначається за рахунок швидкого їх переналагодження та використання надійних транспортно-завантажувальних механізмів для постачання заготовками робочих позицій технологічних машин. При цьому, конструкції транспортно-завантажувальних пристроїв повинні передбачати виконання деяких технологічних операцій, наприклад контролю, у процесі транспортування.

Розроблена система (див. рисунок) автоматичного управління продуктивністю вібраційних транспортно-завантажувальних пристроїв (ВЗП).



Система працює наступним чином, заготовки 1 подаються транспортером 2 на позицію 3 зняття, що здійснюється, наприклад автооператором. Позиція зняття оснащена електроконтактним давачем 4, який контролює наявність заготовки. При відсутності заготовки на позиції 3 сигнал від давача поступає на реле часу 5, яке включає подачу стиснутого повітря, через регулятор тиску 6, у вхідний дросель 7. Таким чином запускається пневмовібропривід 8 ВЗП і заготовки подаються на позицію 3. Регулятор тиску і вхідний дросель керуються мікроелектродвигунами. Використання пневматичного вібраційного привода дозволяє плавну зміну експлуатаційних характеристик ВЗП. Реле 5 може включати роботу транспортера як із затримкою у часі так і з відповідною продуктивністю, які задаються циклом роботи технологічного обладнання.

Розроблена система регулювання роботою ВЗП може здійснюватися за програмою, що дає можливість підключати управління транспортно-накопичувальних систем до пульта управління комплексно автоматизованою технологічною системою, наприклад механічного оброблення.

УДК 621.867

Копестинський М. – ст. гр. МТмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО РІЗАННЯ В ПРОЦЕСАХ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Данильченко Л.М.

Kopestynskij M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **FEATURES OF APPLICATION OF HIGH-SPEED CUTTING IN PROCESSES OF TOOLING OF DETAILS**

Supervisor: Danylchenko L.

Ключові слова: різання, швидкість оброблення, міцність інструменту  
Keywords: cutting, speed of treatment, durability of instrument

Підвищення продуктивності при механічному обробленні є важливим завданням у сучасному машинобудуванні. Воно може бути вирішене різними методами, такими як оптимізація режимів різання, застосування високопродуктивного обладнання, швидкопереналаджувального оснащення, застосування інструменту високої стійкості. Поряд із підвищенням продуктивності необхідно підвищити точність оброблення і якість поверхонь деталі операцій розточування, фрезерування, свердління тощо.

На теперішній час усе більша увага приділяється проблемі підвищення швидкостей різання як однієї зі складових продуктивності праці, поліпшення якості оброблених поверхонь, економії матеріальних і трудових ресурсів. Високошвидкісне різання є перспективним напрямком підвищення ефективності механічного оброблення й важливим економічним важелем зниження його собівартості. При високих швидкостях різання можливо, у деяких випадках, виключити проміжні операції, наприклад, напівчистове шліфування, а в окремих випадках – і фінішні операції.

У такий спосіб високошвидкісне різання є технологічним процесом із більшими потенційними можливостями для сучасного металооброблення. Актуальність його застосування в сучасних умовах постійно підвищується, що пов'язане з високим рівнем автоматизації виробничих процесів, зміною структури тимчасових витрат на виготовлення деталей, необхідністю скорочення основного часу на їх оброблення.

Потенційні можливості високошвидкісного оброблення зумовлені наступними його особливостями: більшим питомим зніманням матеріалу за одиницю часу; високою якістю оброблення матеріалу; зменшенням сили різання; відсутністю утворення заусенців; зменшенням порушення цілісності верхніх шарів матеріалу. Разом із тим, високошвидкісному обробленню властиво ряд істотних недоліків. Найбільш важливими з них можна вважати: необхідність підвищення потужності приводів, розроблення й виготовлення опор обертових і переміщувальних вузлів, ретельного балансування обертових вузлів, створення нових інструментальних матеріалів, високі температури, яуї виникають у зоні різання, недостатня теплостійкість застосовуваних різальних інструментів.

Реалізація технології високошвидкісного різання припускає розв'язок численних технологічних завдань. Найбільшою мірою це стосується різальних інструментів, оскільки рівень застосовуваних швидкостей різання в сучасному металообробленні обмежується властивостями інструментальних матеріалів і визначається здатністю різальних інструментів протистояти зношуванню й руйнуванню при підвищених температурах.

Позитивний досвід впровадження й експлуатації керамічних різальних інструментів нового покоління при високошвидкісному обробленні деталей з різних матеріалів показує високу техніко-економічну ефективність цих операцій. Однак, навіть керамічні інструменти, виготовлені за сучасними технологіями, та системний контроль якості виявляються недостатньо надійними для високошвидкісного оброблення. В умовах термомеханічних навантажень і несприятливого впливу окремих факторів існує висока ймовірність непрогнозованого виходу керамічних інструментів із працездатного стану. Це пов'язане з тим, що зношування й руйнування високошвидкісних керамічних матеріалів має досить складний характер і залежить від температурного режиму експлуатації. Критичний градієнт термічних напруг у безпосередній близькості від різальної крайки інструменту призводить до відколів керамічного матеріалу на контактних поверхнях різальних інструментів і наступного їх руйнування.

Застосування змінних багатогранних пластин із чотиришаровим зносостійким покриттям, застосування полікристалічних алмазів, армування нітридно-кремнієвої кераміки ниткоподібними кристалами карбіду кремнію сприяє підвищенню меж міцності різальних інструментів, їх надійності в процесі оброблення.

Іншою проблемою є розроблення високошвидкісного устаткування й оснащення. Підвищення продуктивності верстатів зі ЧПК пов'язане зі збільшенням швидкостей подач робочих органів верстату. Це може бути реалізоване за рахунок застосування сучасних більш динамічних приводів верстатів, розроблення нових несучих систем верстатів із покращеними динамічними характеристиками, а також систем керування. Приводи подач більшості сучасних верстатів вітчизняного й іноземного виробництва, як правило, мають можливість реалізовувати необхідні швидкості подач і достатньо високі прискорення при розгоні-гальмуванні.

Крім того, багато сучасних верстатів забезпечують необхідний діапазон частот обертання шпинделя. Системи ж керування верстатів часто обмежують продуктивність роботи верстату. Навіть у сучасних системах ЧПК останніх моделей застосовуваний метод керування рухами не дозволяє досягти заданої технологом швидкості подач. Причиною цього є принцип руху з розгоном-гальмуванням від нуля до нуля швидкості в кожному кадрові керуючої програми. Відповідно до цього принципу кожний кадр керуючої програми виконується автономно від інших кадрів.

Завдання підвищення продуктивності пов'язана із завданням зменшення або повного виключення разгонів і гальмувань у процесі руху, що забезпечує скорочення часу оброблення. Це може бути здійснене: - застосуванням спеціальних способів керування рухом, що дозволяють на тривимірній траєкторії, яка складається з безперервної послідовності кадрів і яку бажано виконувати на заданій швидкості подачі, управляти швидкістю руху вузлів без розгону від нуля до нуля; - підвищення самої величини допустимого прискорення системи тощо.

При високошвидкісному обробленні температурний фактор є лімітуючим при виборі параметрів різання й матеріалу різального інструменту. Верхня межа швидкості різання обмежена в основному такими значеннями температури різання, за яких інструментальні матеріали ще можуть порівняно успішно працювати.

УДК 621.867

Кошланський Д. – ст. гр. МР-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗВІДХОДНИХ І ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОЦЕСАХ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Данильченко Л.М.

Koshlanskij D.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **APPLICATION OF NONWASTE AND PROGRESSIVE TECHNOLOGIES IN PROCESSES OF MAKING OF DETAILS**

Supervisor: Danylchenko L.

Ключові слова: безвідходна технологія, пластична деформація, багатоінструментальне оброблення

Keywords: nonwaste technology, flowage, multiinstrumental treatment

Одним із головних напрямків розвитку сучасного виробництва є широке впровадження маловідходних і безвідходних технологій виготовлення заготовок деталей машин. До безвідходних технологій виготовлення заготовок відноситься метод оброблення пластичною деформацією їх матеріалу без утворення стружки. Пластичній деформації підлягають значні об'єми матеріалу заготовки чи її поверхневі шари. В першому випадку відбувається формоутворення нових елементів заготовки (різі, зубчастих поверхонь, шліців, рифлень), у другому випадку - оброблення поверхонь шляхом згладжування нерівностей та зміцнення поверхневого шару заготовки.

Оброблення поверхонь здійснюють накатуванням зовнішніх поверхонь ущільнюючими роликками (чи кульками), розкочуванням циліндричних отворів роликковими чи кульковими розкатками, дорнуванням отворів, калібруванням отворів кульками чи оправками, алмазним вигладжуванням поверхонь обертання. Ці методи продуктивні і забезпечують високу якість поверхні; оброблення проводиться на універсальному устаткуванні та легко автоматизується. Їм передують чистове оброблення (чистове точіння та розточування, попереднє розгорткування).

Перед обробленням різанням заготовки часто піддають плоскій чи об'ємній чеканці на пресах. Мета цієї операції – підвищення точності розмірів заготовки та зменшення припусків під наступне оброблення. Перед чистовим обробленням заготовки нерідко піддають дробоструменевому обробленню для підвищення якості поверхневого шару. Поверхнєве оброблення для зняття стружки застосовується для пластичних та крихких матеріалів.

Готові деталі перед кінцевим прийманням очищають від слідів охолоджувальної рідини, стружки та інших забруднень. Лише за цієї умови можливо виконати якісний контроль. Великі деталі (корпуса, станини) перед обробленням очищають привідними сталевими щітками з наступним обдуванням струменем стисненого повітря. За допомогою ультразвуку можна очищати не лише зовнішні, але й важкодоступні внутрішні поверхні малих деталей.

До прогресивних маловідходних технологій одержання заготовок відносяться методи порошкової металургії та методи виготовлення заготовок із композиційних матеріалів. Можливості порошкової металургії для виготовлення деталей з різними

властивостями практично необмежені. Цими методами можна створювати матеріали із композицій металів із різними неметалічними включеннями; отримувати матеріали заданої пористості; із заданими фізико-механічними властивостями. Виготовлені деталі можуть бути самими різними: антифрикційними, конструкційними, фільтруючими, електроконтактними, інструментальними, причому відходи при обробленні є мінімальними. Основними вихідними матеріалами деталей являються порошки металів (залізні, мідні, нікелеві, кобальтові, молибденові, вольфрамові, титанові), порошки-сплави тощо. Фізико-механічні властивості порошків визначаються основним матеріалом, наявністю домішок, газів, формою і розмірами частинок, густиною і мікротвердістю. Застосування високоенергетичних методів формоутворення деталей дозволяє досягати густини понад 100%, і, відповідно міцності, близької до міцності штамповок і виливок з того ж матеріалу.

Останнім часом особлива увага приділяється прогресивному матеріалоемному обробленню заготовок на високопродуктивних верстатах, які працюють одночасно декількома інструментами. До них відносяться: токарні багаторіздцеві та гідрокопіювальні верстати; агрегатні верстати з чотирма, шістьма, восьма та десятьма позиційними столами; токарні, свердлильні, розточні, фрезерні, свердлильно-фрезерні-розточні верстати з ЧПК, що мають від двох до п'яти різноманітних рухів по різноманітних координатах. Особливу групу верстатів складають багатоцільові верстати, обладнані автоматичною заміною інструменту з інструментальним магазином.

Залежно від моделі, багаторіздцеві верстати обладнуються декількома повздовжніми та поперечними супортами. У таких верстатах передбачена робота як декількома різальними інструментами, так і декількома супортами, в кожному з яких можуть працювати декілька інструментів. Можливість паралельної роботи декількох інструментів різко збільшує продуктивність праці при механічному обробленні заготовок, істотно знижує цикл виготовлення деталей, зменшує собівартість деталей. Недоліком цих верстатів є складність налагодження інструменту під розмір, необхідність високої жорсткості системи СПД. На відміну від багатоінструментальних верстатів багатопозиційні верстати можуть обробляти декілька деталей одночасно, проводячи різноманітні операції. Такі верстати призначені для масового виробництва і важко піддаються переналагодженню на різноманітну номенклатуру деталей.

Найвисокопродуктивнішим обладнанням в автомобілебудуванні, машинобудуванні є сучасні спеціальні автоматичні лінії. Вони працюють автономно, заготовки між робочими головками передаються, орієнтуються та закріплюються спеціальними гідро-, пневмо-електричними механізмами, маніпуляторами та роботами.

В умовах малосерійного та одиничного виробництва основний напрямок в області автоматизації технологічних процесів механічного оброблення базується на застосуванні верстатів з ЧПК. Особливістю оброблення деталей на цих верстатах є оброблення деталей з одною настановчою базою, швидке переналагодження верстатів на різноманітну номенклатуру деталей, відсутність можливості для оператора змінювати структуру та режими різання, передбачені технологічним процесом. Висока механізація забезпечення процесу оброблення деталей, підвищена точність оброблення та гнучкість в переналагодженні устаткування відкривають широкі перспективи підвищення продуктивності праці багатоманітурних виробництв та зменшення матеріалоемності виробів.

УДК 621.867

Майор М. – ст. гр. МР-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОГРЕСИВНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ЗНОШЕННЯ ДЕТАЛЕЙ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Данильченко Л.М.

Major M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **PROGRESSIVE METHODS OF DETERMINATION OF DEGREE OF WEAR OF DETAILS**

Supervisor: Danylchenko L.

Ключові слова: точність, зношення, похибки вимірювання

Keywords: exactness, wear, measuring errors

Ступінь зношення деталей можна визначити наступними основними методами: мікрометричним вимірюванням (мікрометраж); зважуванням деталей; аналізом відпрацьованого мастила, методом мічених атомів, або радіоактивних ізотопів; за допомогою вимірів відбитків, нанесених на зношену поверхню. Основні вимоги, які пред'являються до методу визначення зношення, зводяться до наступного: на випробування по визначенню зношення витрачається мінімальний час; метод повинен дозволяти визначити зношення за порівняно короткий термін; при визначенні зношення небажаним є часте розбирання й складання агрегатів; деталі за час випробувань не повинні зношуватися (якщо в цьому випадку не висуваються спеціальні цілі).

До недавнього часу для визначення зношення деталей досить часто застосовувався метод мікрометричного вимірювання. Цей метод базується на визначенні розмірів деталей за допомогою мікрометрів або інших вимірювальних приладів перед початком зношення й у процесі експлуатації деталей, вузлів. Величина лінійного зношення визначається різницею вимірювань у різних місцях поверхні тертя. Метод вимагає великої витрати часу й у всіх випадках пов'язаний з деякими похибками. При малій тривалості роботи машини визначити зношення майже неможливо. Щоб визначити значне зношення, слід проводити досить тривалі випробування агрегатів з більшою кількістю розбирань і складань. Часті розбирання й складання призводять до порушення початкових посадок деталей.

На точність вимірювань при мікрометражі впливають наступні фактори: визначаючи зношення по діаметру отвору циліндра або поверхні валу, заміряють діаметр, який може змінюватися не лише від зношення, але й внаслідок деформації; отже, визначити зношення без істотної похибки не можливо; помилки у визначенні зношення мікрометражем виникають внаслідок мінливості температури інструменту й вимірюваної деталі, особливо, коли зношення вимірюється мікронами; повторно виміряти той самий діаметр по одному і тому ж напрямку не вдається, тому точно визначити зношення в цьому випадку не завжди можливо. Отже, методом мікрометражу дозволяє приблизно визначити ступінь зношення в певному місці деталі.

При застосуванні методу зважування деталей до випробувань і після них лінійне зношення визначається як зношення, розподілене рівномірно по поверхні деталі. При обчисленні зношування розраховується розмір зношеної поверхні й враховується питома вага металу деталі.

За необхідності визначення сумарного зношення деталей агрегату або вузла застосовується метод виявлення металу в відпрацьованому мастилі.

Оскільки продукти зношення деталей складаються із дрібних металевих частинок, окислів металів і продуктів хімічної взаємодії металів з активними складовими мастила, які перебувають у ньому в зваженому стані, то для визначення сумарного зношування від мастила відбираються проби, які спалюються, і в залишковій золі зміст металу визначається хімічним аналізом або полярографічним методом.

Користуючись цим методом, вирішують ряд завдань, що мають важливе значення у визначенні зношення, а саме: коли необхідно відбирати пробу мастила, яка могла б характеризувати середній зміст заліза в ньому; визначити зміст заліза в мастилі; до яких поверхонь віднести виявлене зношування, якщо він був результатом тертя декількох поверхонь тощо.

Основним недоліком цього методу є неможливість визначення лінійних зношень окремих деталей, позитивною же стороною його є можливість визначення зношування на будь-якому етапі випробувань без припинення роботи агрегату. Це дає можливість побудувати графік зношування агрегату та визначити загальний ступінь зношення його при роботі на різних режимах за короткий час. Із застосуванням цього методу вдалося одержати значну економію часу при випробуваннях на зношування.

Одним з методів визначення сумарного зношування деталей є метод мічених атомів, або радіоактивних ізотопів, які мають здатність випромінювати електричні заряджені частинки або електромагнітні промені у процесі радіоактивного розпаду. Спеціальні прилади дозволяють реєструвати й вимірювати випромінювання, а отже, виявляти частки радіоактивного препарату в будь-якому середовищі й визначити його кількість. Отже, якщо в поверхневий шар деталі ввести радіоактивну речовину, то в процесі експлуатації з поверхні тертя деталі разом із продуктами зношування основного металу будуть віддалятися також і частинки радіоактивної речовини. За кількістю радіоактивної речовини в змащенні можна встановити збільшення зношування у випробуваній парі деталей. При цьому методі важливо в першу чергу вирішити питання, яким способом ввести в поверхневий шар деталі радіоактивні ізотопи без порушення її геометричної форми деталі й фізико-механічних властивостей.

Відомі наступні способи насичення деталей радіоактивними ізотопами: а) ізотопи вводяться в метал деталі при її виливці (цей спосіб є більш доцільним при активуванні невеликих деталей, що вимагають короткого циклу оброблення); радіоактивна речовина вводиться в поверхневі шари деталі через електроліт; опромінення (насичення) поверхневих шарів деталі радіоактивними ізотопами; насичення деталей способом дифузії, коли деякі елементи проникають у поверхню твердого тіла при його нагріванні; на поверхню, що зношується, деталі запресовується вставка з радіоактивного металу, яка зношується разом з основним металом деталі, що дає можливість судити про ступінь наростання зношування.

Останній спосіб відрізняється простотою й доступністю й може бути застосований для активування шийок валів, підшипників, поршневих кілець і інших деталей агрегатів без порушення властивостей поверхневих шарів деталей. Цей спосіб може бути застосований не лише для вивчення ступеня зношування, але й для постійного контролю над сильно навантаженими деталями агрегату або машини.



УДК 621.833

Хабурський Ю. – ст. гр. ХВм – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТВЕРДОТІЛЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ З'ЄДНУВАЛЬНОЇ МУФТИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Шанайда В.В.

Khaburskyj Y.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical Universiti*

## **SOLID-STATE MODELING AND RESEARCH CONSTRUCTION OF COUPLING SLEEVE**

Supervisor: Ph.D., Associate Professor V.Shanayda

Ключові слова: напружено-деформований стан, муфта, твердотіле моделювання.

Keywords: stress-strain state, coupling sleeve, solid-modeling CAD system.

Ефективність виробництва, технічний процес, якість продукції яка випускається залежить від розвитку виробництва, нового обладнання машин, верстатів та апаратів, від всебічного впровадження методів техніко-економічного аналізу, який забезпечує рішення технічних питань і економічну ефективність технологічних і конструкторських рішень.

*Метою роботи* є визначення величин деформацій та напруженого стану у конструктивних елементах з'єднувальної муфти приводу руху поздовжніх подач стола верстата мод. 65Б60ПФ4, запровадити методики розрахунку напружено-деформованого стану конструктивних елементів муфт, та розробка рекомендацій з вибору раціональних параметрів модифікованих профілів на стадії їх проектування. В основу роботи покладено фундаментальні положення теорії передачі та трансформації крутного моменту з використанням методу кінцевих елементів, методів математичної теорії пружності, теорії міцності та математичного аналізу.

Провівши комплексне дослідження напружено-деформованого стану веденої півмуфти механізму приводу поздовжніх подач нами встановлено що:

- 1- маса обраної моделі пружно-компенсаційної муфти із зірочкою є найменшою у порівнянні з конструкціями інших подібних муфт і складає лише 0,51 кг;
- 2- сумарні напруження, які виникають при роботі півмуфти, свідчать про суттєве недовантаження елементів конструкції півмуфти та муфти в цілому;
- 3- значення сумарних напружень у найбільш навантажених ділянках конструкцій становлять 10-12 МПа;
- 4- величина вектора сумарних переміщень у ділянці найбільших навантажень не перевищує 0.037 – 0.039 мм;
- 5- найбільші значення відносних переміщень мають місце у зоні встановлення фіксатора і становлять 0.0002 мм;

За результатами проведених досліджень встановлено доцільність модернізації такої муфти через зміну її геометричних розмірів або використання сучасних пластичних (композитних) матеріалів. З метою зменшення сумарних деформацій конструктивних елементів півмуфти доцільно внутрішню поверхню посадочної ступиці виготовляти під шліцевий вал.

УДК 621.941.2-229.323

Шамренко О.

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТОКАРНИХ ПАТРОНІВ З АВТОМАТИЧНИМ ПЕРЕНАЛАГОДЖЕННЯМ БАГАТОПРОФІЛЬНИХ ЗАТИСКНИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Волошин В.Н.

Shamrenko O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **OPERATING MODEL LATHE CHUCKS WITH AUTOMATIC CHANGEOVER MULTIPLE CLAMPING ELEMENTS**

Supervisor: PhD V.N. Voloshyn

Ключові слова: токарний патрон; багатопрофільний затискний елемент; граф взаємодії  
Keywords: lathe chuck; multiple clamping element; earl of interaction

При токарній обробці співвідношення продуктивності та гнучкості металорізальних верстатів значно залежить від технологічного оснащення для затиску заготовок, яким у більшості випадків служать механізовані токарні патрони.

Підвищення гнучкості металорізальних верстатів без значних затрат можна досягнути за рахунок використання токарних патронів (ТП) з автоматичним позиціонуванням затискних елементів (ЗЕ), що являють собою багатокомпонентні структури із взаємозв'язками складових елементів. Будь-який ТП даного типу можна розглядати як систему, що складається із множини впорядкованих і метрично (розмірно) зв'язаних конструктивних елементів, що знаходяться в певних функціональних взаємодіях. Тому актуальною є задача опису взаємодії конструктивних елементів таких ТП на різних етапах функціонування при дослідженні основних характеристик (силових, точності, динамічних та ін.).

Для розв'язання цієї задачі доцільно використовувати бінарні співвідношення теорії графів, які відображають спряження між елементами, поверхнями елементів при передачі силового потоку. Опис ТП з автоматичним позиціонуванням ЗЕ у вигляді графа взаємодії дозволяє відобразити і прослідкувати взаємодію їх елементів на всіх етапах функціонування. Граф зображається множиною вершин  $E_i$ , де номер  $i$  відповідає певному елементу ТП, та ребрами, що з'єднують вершини і демонструють контактні зв'язки спряжених елементів. Дві риски на ребрі графа вказують на кінематичний зв'язок між елементами ТП, а стрілками на графі позначається множина зусиль, що прикладається до елементів на певному етапі функціонування.

Графи взаємодій для різних етапів функціонування ТП з автоматичним позиціонуванням ЗЕ (рис.1), зображені на рис.2. Вершинами графів є наступні елементи ШПЗП (рис.3.1):  $E_1$  - шток;  $E_2$  - корпус;  $E_3, E_4, E_5$  - плунжери з багатопрофільними ЗЕ;  $E_6$  - червяк;  $E_7$  - червячне колесо;  $E_8$  - центральне конічне колесо;  $E_9, E_{10}, E_{11}$  - конічні колеса повороту плунжерів. Вершина графів з позначкою  $Z$  відповідає заготовці, яка затискається ШПЗП.

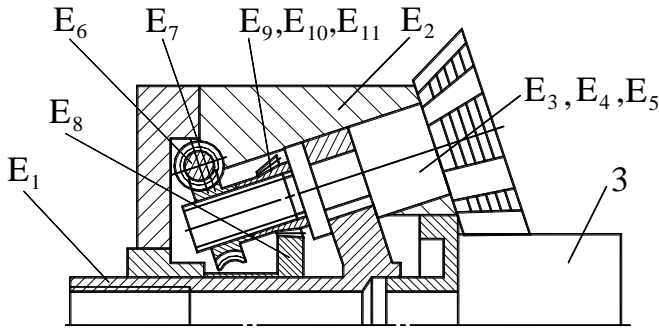


Рис.1. Конструктивна схема токарного патрона з автоматичним позиціонуванням ЗЕ з позначенням елементів, що беруть участь при передачі силового потоку

Граф взаємодії (рис.2,а) дозволяє прослідкувати взаємодію елементів ТП і передачу силового потоку при затиску заготовки. Граф взаємодій, що характеризує усталене обертання ТП із затиснутою заготовкою (рис.2,б) може бути отриманий із графа (рис.2,а) при прикладанні до елементів ТП відцентрових сил  $F_{wi}$ .

Аналогічно можна отримати граф взаємодій, який описує схему спряжень і передачу силового потоку в процесі різання (рис.2,в) при прикладанні сили різання  $P_{різ}(t)$  до вершини графа, яка відповідає оброблюваній заготовці. Граф, який відповідає етапу автоматичного переналагодження ТП зображений на рис.2,г.

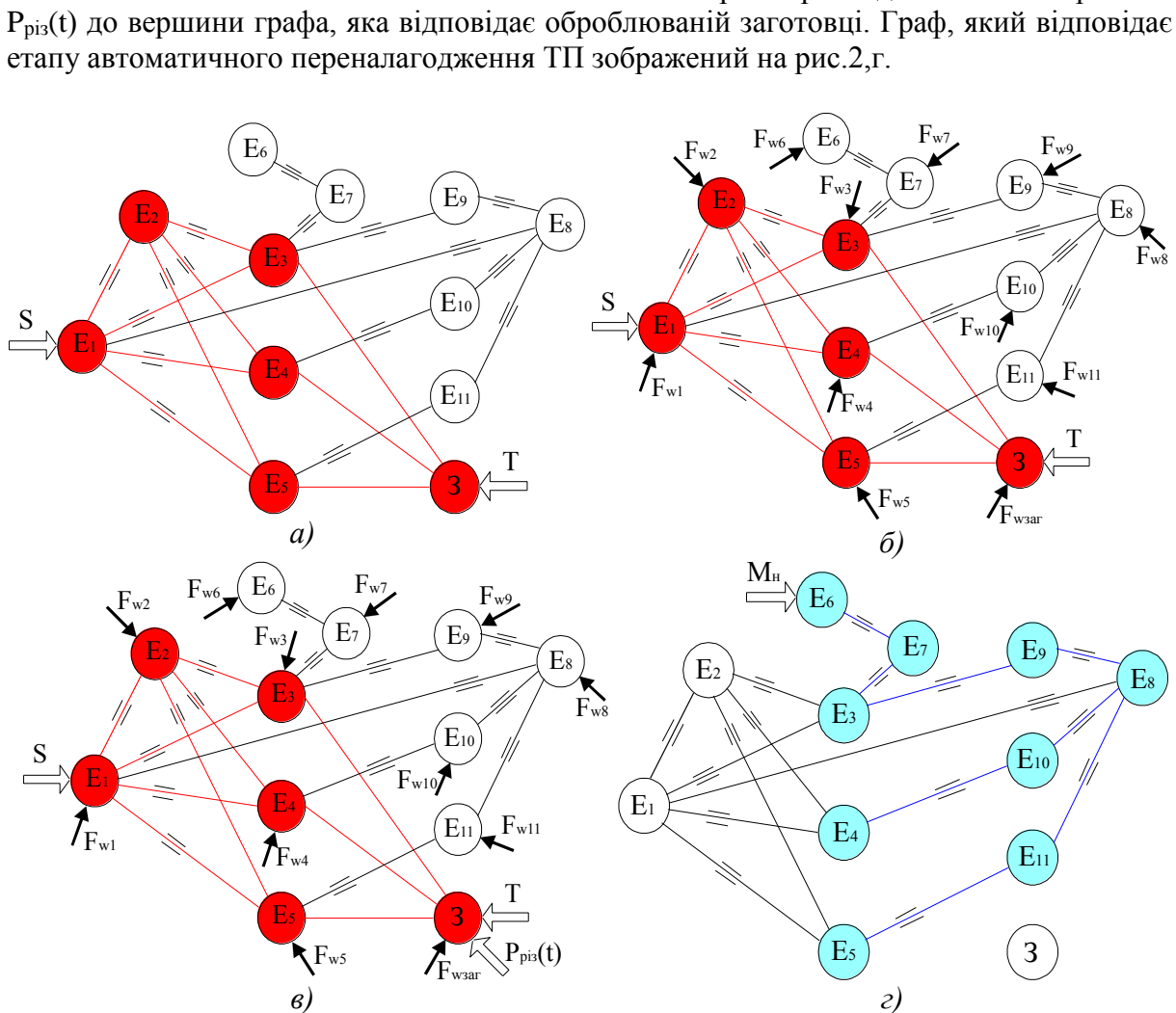


Рис.2. Графи взаємодії на різних етапах функціонування ТП з автоматичним позиціонуванням ЗЕ: а) при затиску заготовки; б) при усталеному обертанні; в) в процесі різання; г) при переналагодженні

Аналіз графів взаємодій (рис.2) показує, що вони відрізняються системами силового навантаження, що прикладається до різних елементів ТП, і якісно характеризують схему спряження деталей при передачі силового потоку.

УДК 621.81

Попів О.– ст.гр. МТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОВГОВІЧНОСТІ ГНУЧКИХ КОНВЕЄРІВ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Пилипець М.І.

Рорiv О.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

### **RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF DURABILITY OF FLEXIBLE CONVEYERS**

Supervisor: prof. Pylypec M.I.

Ключові слова: гнучкий шнек, довговічність

Keywords: flexible auger, durability

Практика транспортного машинобудування свідчить, що граничний рівень тримкої здатності таких деталей, як гнучкі шнеки, в багатьох випадках визначає рівень механічних показників деяких транспортних машин, в яких вони використовуються. Не випадково для підвищення втомної міцності таких деталей використовуються відомі методи зміцнення, такі як гартування або обкатуванням роликками.

В основу розрахунків надійності покладено умову, що робочий орган має певну міцність стосовно навантажень. Звичайний спосіб проектування, що базується на застосуванні таких надто довільних коефіцієнтів, як коефіцієнт безпеки та запас міцності, не дає підстав робити висновки про ймовірність відмов гнучкого шнека. Вважають, що відмови можна цілком уникнути, використовуючи коефіцієнт безпеки, який перевищує певне значення. В дійсності при одному й тому ж коефіцієнті безпеки ймовірність відмови може коливатись в дуже широких межах.

Використання коефіцієнта безпеки виправдано лише у тому випадку, коли його значення задано на основі великого досвіду застосування гнучких шнеків, аналогічних розглядуваному. Крім того, конструктивні параметри нерідко стають випадковими величинами, що часто ігноруються.

Концентрація напружень чи місцеве збільшення напружень спричиняються як умовами роботи, так і різкою зміною форми спіралі (наявність надрізів, тріщин, різкою зміною перерізу профілю тощо). Ймовірність безвідмовної роботи чи ймовірність того, що не відновлювальна система буде виконувати необхідну функцію в заданий момент часу  $t$  можна записати у вигляді:  $R(t) = 1 - F(t) = P(t_n, t)$ , де  $R(t)$  – ймовірність безвідмовної роботи. Встановлено, що ймовірність безвідмовної роботи тим більша, чим менше величина допуску на розмір робочої поверхні. Величина допуску задається з-за умови економічної та технологічної доцільності; ймовірність безвідмовної роботи тим більша, чим менше висота робочої поверхні спіралі. Висота робочої поверхні спіралі вибирається з конструкційних міркувань та технічних умов; ймовірність безвідмовної роботи тим більша, чим менша середня квадратична міцність на скручування.

Ймовірнісні розрахунки дають змогу дослідити вплив факторів на ймовірність безвідмовної роботи, як окремо гвинтового робочого органу, так і їх загальний вплив на конвеєр та визначити оптимальні параметри.

Заблоцький Я. – ст. гр.МВм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДІАГНОСТИКА ВИГОТОВЛЕННЯ КРИВОЛІНІЙНИХ ПРОФІЛІВ ОПТИЧНИМИ ПРИЛАДАМИ**

Науковий керівник к.т.н., доц. каф. ВІ Гагалюк А.В.

Zablotskyu Y.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DIAGNOSTICS OF PRODUCTION OF CURVILINEAR PROFILES BY OPTICAL METHODS**

Supervisor: Gagaliuk A., PhD.

Ключові слова: ДІАГНОСТИКА, ОПТИКА, ТУРБІНА

Keywords: DIAGNOSTIC, OPTICAL, TURBINE.

Для вимірювання лінійних розмірів використовують оптичні системи зняття розмірів, тому що цей метод дозволяє здійснювати вимірювання з великою швидкістю, ніж механічним контактом. Іншою перевагою методу є можливість безконтактного вимірювання розмірів великої кількості двохмірних виробів. При його використанні застосовують ПК як для позиційного керування так і для обробки вимірювань. Числове керування вимірювальними приладами дозволяє значно зменшити трудоемкість вимірювань.

Прилади для контролю лопаток турбін, засновані на проектуванні на екран контрольованих січень. В основі цього методу (рис.1.) покладено фізичний принцип: якщо на дане подовжене тіло 3 направити в площині, перпендикулярній до її подовжньої осі, тонкі, але яскраві пучки світла від джерела 1 через лінзу, то на поверхні деталі утвориться яскраво світла смужка 4, інтенсивність свічення якої близька до рівномірної. Утворений цією смужкою перетин через систему оптичних лінз 5 і дзеркал 6 і 7 в збільшеному масштабі проектується на темне поле екрана 8.

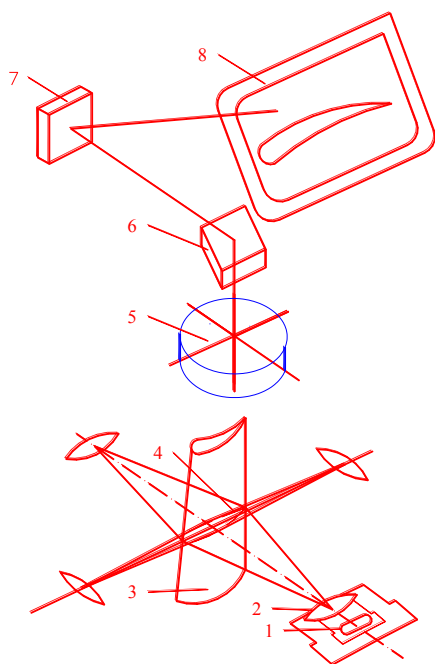


Рис.1. Схема приладу з оптичним методом контролю

Також значне поширення отримали оптичні двохкоординатні вимірювальні прилади з застосуванням телевізійних камер. Ці прилади аналізу зображень застосовують для аналізу двохмірних виробів в тому випадку, якщо виникає достатній контраст. В комбінації з позиційовальним координатним столом і обчислювальною машиною діапазон вимірювань значно розширюється. Одночасно повністю автоматично здійснюється процес вимірювання, обробка результатів і вивід даних з обчислювальної машини і її периферії. Оцінці підлягають як, правило, округлі, циліндричні форми і шорсткість. Описаний процес вимірювання ділиться на сенсоріку, логіку і індикацію. Використовувані допоміжні пристрої складаються з техніки зондування малих деталей, електроніки і інформатики. Безпосередньо вимірювальний розмір перетворюється за допомогою чутливого давача в сигнал, при цьому оптичні давачі кращі завдяки безконтактному принципу визначення вимірювальної величини, високій чутливості і швидкодії.

Борис П. – ст. гр.МВм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМОТВОРНИХ РУХІВ ВЕРСТАТА ЗА ДОПОМОГОЮ ПАКЕТУ MATHCAD

Науковий керівник к.т.н., доц. каф. ВІ Гагалюк А.В.

Borys P.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## MODELING OF THE FORM-BUILDING MOVES OF THE MACHINE-TOOL WITH MATHCAD PROGRAM

Supervisor: Gagaliuk A., PhD.

Ключові слова: ТОЧНІСТЬ, ВЕРСТАТ, МАТРИЦЯ, ПОХИБКА

Keywords: ACCURACY, MACHINE, MATRIX, ERROR.

Головною характеристикою точності верстата є величина похибки відхилень обробленої поверхні від номінальної. Для оцінки виникнення можливих похибок при обробці, ще на стадії проектування верстата використовують математичну модель вихідної точності верстату. Вона пов'язує вхідні параметри (збурення під час обробки) з вихідними (похибками геометричної форми деталі).

Аналізуючи компоновку верстату ми отримуємо певний набір рухів, які описують взаємне переміщення вузлів, кожен з яких описується відповідною матрицею узагальнених переміщень. Матриці описують 3 лінійних переміщення вздовж осей **X, Y, Z** котрі позначають цифрами 1, 2 і 3 відповідно та три повороти навколо них – 4, 5 і 6. Перемножуючи матриці в порядку здійснення рухів ми отримуємо рівняння оброблюваної поверхні в матричному вигляді. Проте, здійснення таких розрахунків в «ручному режимі» є досить трудомістким процесом, для спрощення якого ми використовуємо пакет Mathcad.

$$\begin{aligned} A1 &:= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & x \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} & A2 &:= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & y \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} & A3 &:= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} & A4 &:= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\phi) & -\sin(\phi) & 0 \\ 0 & \sin(\phi) & \cos(\phi) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \\ A5 &:= \begin{pmatrix} \cos(\psi) & 0 & \sin(\psi) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(\psi) & 0 & \cos(\psi) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} & A6 &:= \begin{pmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 & 0 \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} & r &:= \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} \\ A6 \cdot A3 \cdot A1 \cdot r &\rightarrow \begin{pmatrix} 2 \cdot x \cdot \cos(\theta) - y \cdot \sin(\theta) \\ 2 \cdot x \cdot \sin(\theta) + y \cdot \cos(\theta) \\ 2 \cdot z \\ 1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Через A1 – A6 позначено матриці переміщень. Згідно методики добуток матриць повинен ще помножитися на матмодель P1 – r. Оскільки на цьому етапі вона ще невідома, то ми домножуємо на радіус-вектор r. Матмодель P1 записується аналогічно до формоутворюючої моделі МРВ. Використовуючи дану методику можна моделювати ФС будь-якого верстата.

УДК 621.9

Зінкевич О. – ст. гр. ХВМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ТА СИЛИ РІЗАННЯ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ**

Науковий керівник: Кобельник В.Р.

Zinkevych O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DETERMINATION OF SPEED AND FORCE CUTTING FOR MILLING**

Supervisor: Kobelnyk V.

Ключові слова: швидкість різання, сила різання, подача, фрезерування.

Key words: cutting speed, cutting force, feed, milling.

Ефективність обробки різанням в значній мірі визначається затрачуваною потужністю, яка визначається швидкістю  $V$  і силою різання  $P_z$ . З використанням літературних джерел [1-6] при постійних глибинах різання  $t$  і подачах  $S$ , для торцевого фрезерування визначено відповідно  $V$  і  $P_z$ . Встановлено, що отримані значення  $V$  і  $P_z$  мають значні розбіжності. Так при фрезеруванні (оброблюваний матеріал сталь 45, інструментальний – Т15К6, діаметр фрези  $D=125$  мм, число зубів фрези  $z=12$ , глибина різання  $t=5$  мм, ширина фрезерування  $b=80$ мм)  $V_{\text{тmax}}=256$  м/хв,  $V_{\text{тmin}}=150$  м/хв,. Така ж картина спостерігається і при визначенні сили різання  $P_z$ :  $P_{z\text{тmax}}=5200$  Н;  $P_{z\text{тmin}}=3873$  Н. Аналіз значень  $V$  і  $P_z$  отриманих при фрезеруванні показує на відсутність кореляційного зв'язку.

Визначенні потужності теж мають значне розсіювання. Так максимальні та мінімальні значення потужностей визначених за різними літературними джерелами відповідно до вищезазначеного виду обробки відрізняються майже у два рази.

Невизначеність значень  $V$  і  $P_z$ , отриманих за різними рекомендаціями, може бути пояснена недосконалістю методик проведення досліджень, а також похибками при обробці експериментальних результатів.

Отримані результати підтверджують необхідність розробки нових методик визначення швидкості і сили різання з врахуванням стохастичності процесу різання і періоду стійкості інструментів, тобто проведення досліджень і обробки даних в імовірносному аспекті.

### *Список використани джерел*

1. Долматовский Г.А. Справочник технолога по обработке металлов резанием. 3-е изд. перераб. – М.: Машгиз, 1962. – 1236с.
2. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть I. Изд. 2-е. – М.: Машиностроение, 1974. – 406с.
3. Режимы резания металлов. Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1972. – 409с.
4. Справочник металлиста. В 5-и т. Т. 3 / Под ред. А.Н. Малова. – М.: Машиностроение, 1977. – 748с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещеряков. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. В.М. Кована. – М.: Машиностроение, 1964.-350 с.

УДК 621.91

Сусь С. – ст. гр. ХВМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ ІЗ СИСТЕМАМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Лещук Р.Я.

Sus S.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **PROVIDING ACCURACY OF MACHINE-TOOLS WITH AUTOMATIK CONTROL**

Supervisor: Leshchuk R.

Ключові слова: система автоматичного керування, точність.

Keywords: automatik control of machine-tools, accuracy.

Коли традиційні методи забезпечення необхідної точності верстата не вирішують поставленого завдання або стають неефективними, першочергового значення набуває шлях активного втручання в процес утворення похибок. На даний час одним із методів вирішення даної проблеми є застосування принципу автоматичного і адаптивного управління як найбільш перспективного способу підвищення точності верстатного обладнання.

Усі системи управління точністю за способом організації управління можна розділити на системи: активного контролю (САК), адаптивного управління (САУ), комплексного управління (СКУП).

Управління точністю процесу обробки різанням можна здійснюється за напрямками:

- інформаційне управління, що забезпечує подання інформації для прийняття рішення;
- автоматизоване управління шляхом визначення оптимальних умов виконання операцій;
- автоматичне управління по вхідних і по вихідних параметрах.

При інформаційному управлінні здійснюється контроль за якістю заготовок (деталей) і станом технологічної обробляючої системи, приймається рішення про можливість і доцільність внесення будь-яких змін у процес за допомогою органів управління для досягнення необхідної точності, шорсткості і продуктивності обробки.

При автоматизованому управлінні якість заготовок (деталей), стан технологічної системи, параметри процесу різання контролюються за допомогою приладів. Вплив на процес різання і на систему здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв та приладів

Автоматичні (адаптивні) системи для процесу обробки різанням поділяються на наступні групи:

- 1) системи, які стабілізують контрольовані параметри різання (силу різання), у тому числі система автоматичного управління пружними переміщеннями;
- 2) системи, які можуть змінювати керуючу програму;
- 3) системи, які компенсують динамічні і температурні деформації при обробці;
- 4) системи, які оптимізують режими обробки по точності і продуктивності.



УДК 621.91

Онищук С. – ст.гр. ХВМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СИСТЕМА РАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Лещук Р.Я.

Onyshchuk S.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE SYSTEM OF RATIONAL EXPLOITATION CUTTING TOOLS**

Supervisor: Leshchuk R.

Ключові слова: різальний інструмент, експлуатація.

Keywords: cutting tools, exploitation.

Процес експлуатації різального інструменту залежить від великої кількості факторів, що діють у виробничих умовах і мають стохастичний характер. Оскільки значна частина устаткування пов'язана з різальним інструментом, то для підвищення ефективності металообробки поряд з підвищенням якості різального інструмента особливого значення набуває завдання підвищення якості процесу його експлуатації, вирішення якого дозволяє підвищити продуктивність праці, знизити приведені витрати тощо.

В основу розробки системи експлуатації різального інструменту покладені такі принципи ISO 9000: 2000:

- орієнтування на вимоги до процесу експлуатації інструменту, висунуті споживачами;
- визначення цілей, напрямів, завдань експлуатації інструменту на основі аналізу умов і особливостей процесу різання верстатах;
- розгляд питань експлуатації інструменту, пов'язаних не тільки безпосередньо з обробкою деталей на верстатах, а й з іншими інформаційними, техніко-економічними, організаційними та іншими процесами, необхідними для забезпечення раціонального використання різальних інструментів;
- визначення всіх необхідних параметрів, що забезпечують раціональну експлуатацію інструменту, встановлення механізмів взаємодії між ними;
- Управління експлуатацією інструменту як єдиною системою з використанням комплексного підходу до оцінки рівня якості процесу та визначення шляхів його удосконалення;
- застосування кваліметричного підходу до кількісної оцінки якості експлуатації, що полягає в побудові ієрархічної структури властивостей процесу експлуатації, визначенні їх оцінок і ваги на різних рівнях, що дозволяють отримати комплексну оцінку якості експлуатації;
- встановлення залежностей для формування цільових функцій і прийняття рішень при визначенні раціональних регламентів експлуатації інструментів з урахуванням стохастичного характеру роботи інструменту;
- визначення параметрів, керуючих якістю експлуатації.

Розроблена система орієнтована на споживача, який спочатку формує вимоги щодо експлуатації інструменту, а потім контролює точність їх виконання.

УДК 621.9

Дзяба А. – ст. гр. МТм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ОБРОБКИ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Науковий керівник: д.т.н., професор Пилипець М.І.

Dzjaba A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE MODELING PROCESSING ON LATHE MACHINE-TOOLS IN AUTOMATED MANUFACTURING**

Supervisor: Pylypets M.

Ключові слова: токарні верстати, автоматизоване виробництво.

Keywords: lathes machine-tools, automated manufacturing

Токарні верстати-автомати призначені для обробки деталей в багатосерійному і масовому виробництві, однак в останній час широко застосовується груповий метод обробки, який дозволяє застосовувати токарні автомати в серійному і дрібносерійному виробництві для обробки невеликих партій заготовок.

Основою для дослідження і розробки процесів механічної обробки на ЕОМ служить математична модель операції, переходу і процесу в цілому. Модель повинна об'єктивно відображати, насамперед, сутність реального процесу (переходу, операції, налагодження), а також враховувати закономірності взаємозв'язків його складових.

Адекватна математична модель повинна відповідати меті загальних і конкретно поставлених задач оптимізації, дослідження і керування. Перевірку адекватності моделі здійснюють шляхом порівняння результатів розв'язання з фактичними значеннями параметрів, що застосовуються на практиці, а також з реальними можливостями функціонування процесу.

Для побудови оптимізаційних математичних моделей технологічного проектування під технологічною системою розуміємо сукупність структур оброблюваної деталі  $G_d$  технологічної операції  $G_T$  й інструментального налагодження  $G_n$ . Умовою функціонування системи є наявність взаємозв'язків (зв'язків) між елементами структур. Ці взаємозв'язки між елементами та їх параметрами усередині кожної структури і міжструктури відрізняються за їх роллю в призначенні та функціонуванні об'єкта за природою, рівнем абстрагування тощо.

Статистична характеристика технологічного об'єкта описується структурними, а динамічна - параметричними зв'язками. Оскільки параметричні зв'язки характеризують взаємовідносини параметрів структурних складових у процесі функціонування системи, наприклад, зв'язок між величиною подачі інструмента і шорсткістю оброблюваної поверхні за умовно фіксованих значень параметрів інших елементів, в питанні описів цих зв'язків та вплив характеру цих зв'язків і взаємовідносин з урахуванням показників технологічного процесу в умовах багатоінструментальної обробки деталей машин стають метою окремих досліджень.

З точки зору опису і моделювання структур технологічних об'єктів науково-практичний інтерес становлять структурні зв'язки технологічної операції.

УДК 621.822

Чеодар В. – ст. гр. МВ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОВГОВІЧНІСТЬ ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Луців І. В.

Cheodar V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

### **MACHINE TOOL SPINDLE UNITS SERVICE LIFE**

Supervisor: Lutsiv I. V.

Ключові слова: довговічність, шпиндельний вузол.

Keywords: service life, spindle unit.

В сучасних верстатах все більше застосування знаходять високооборотні шпиндельні вузли. Завдяки новим інструментальним матеріалам 15-20 тисяч обертів в хвилину для них уже не межа. Для деяких верстатів внутрішліфувальної групи уже досягнуто 80-100 тисяч обертів в хвилину.

Високооборотні шпиндельні вузли застосовують двох типів: пневмошпинделі і електрошпинделі. За типом опор шпинделі поділяють на шпинделі на аеростатичних, гідростатичних і опорах кочення. Тип опор залежить від необхідної жорсткості і вібростійкості, частоти і точності обертання, а також потужності обробки.

Світове сучасне верстатобудування віддає перевагу електрошпинделям на опорах кочення, які можуть забезпечувати значні навантаження і належну навантажувальну здатність.

В основі конструктивного виконання електрошпинделів лежить трифазний електродвигун, статор якого встановлюється в корпусі, який має порожнину для проходження охолоджуючої рідини. Ротор напресовується на вал-шпиндель, який розміщується на опорах кочення. Опори кочення мають можливість добре змащуватися з допомогою спеціальних методів змащення.

Один із недоліків опор кочення є їх обмежений термін служби при великому його розсіюванні. Довговічність високошвидкісних кульково-роликів підшипників різко знижується. На зменшення строку служби підшипників кочення впливають багато різноманітних факторів. При визначенні довговічності  $L$  не можна нехтувати дією на тіло кочення центробіжної сили  $F$ , яка розвивається кульками при орбітальному русі, а також вплив гігроскопічних моментів на першопочаткові кути контакту кульок з доріжками кочення. Кут контакту кульки з внутрішньою дорожкою кочення збільшується, а з дорожкою зовнішнього кільця зменшується. Зміна кутів контакту тим більша, чим більша частота обертання ротора електрошпинделя, номінальний кут контакту і розвал дорожок кочення. Ця зміна кутів контакту знижує довговічність підшипника. Також відбувається зниження динамічної вантажопідйомності „С” одного і того ж підшипника, а також змінюється еквівалентне навантаження  $Q$ , бо ряд параметрів залежить від кутів контакту.

На довговічність високооборотних шпинделів впливає і величина радіального зазору, тому до високооборотних шпинделів при перевірці точності ставляться підвищені вимоги до радіального биття базової поверхні.

На довговічність опор за результатами експериментів чинять також вплив величина масляної плівки, закон змін навантажень, жорсткість деталей, спряження з підшипником, розподіл навантаження між довільним числом підшипників і ряд інших факторів.

УДК 621.822

Николишин В. – ст. гр. МВМ-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ГІДРОСТАТИЧНИХ ОПОР ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Скліров Р. А.

Nukolushun V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## RESEARCH RIGIDITY HYDROSTATIC BEARING SPINDLE KNOT

Supervisor: Skljrov R. A.

Ключові слова: гідростатична опора, шпindelний вузол.

Keywords: hydrostatic bearing, spindle knot.

Жорсткість шпindelних вузлів з гідростатичними підшипниками багато в чому залежить від конструкції підшипників, їх параметрів і радіальної складової сили різання, що діє на передній кінець шпindelя, і цілого ряду інших факторів [1].

Як відомо, оцінку жорсткості кількісно можна оцінити за величиною переміщення переднього кінця шпindelя. Функціональна залежність цього параметра від інших факторів у загальному вигляді може бути представлена у вигляді рівняння:

$$\delta = f(P, D_u, A, P_k, Q, \mu, \Delta, n, I, b, m, L). \quad (1)$$

Серед безлічі факторів вибираємо незалежні фактори: площа опори -  $A$ , тиск в кишенях підшипників -  $P_k$  і витрата мастильної рідини -  $Q$ , розмір яких не дорівнює нулю. Тоді функціональну залежність (1) можна представити у вигляді критеріального рівняння

$$\frac{\delta}{A^{x_1} P_k^{y_1} Q^{z_1}} = F \left\{ \frac{\frac{D_u}{A^{x_2} P_k^{y_2} Q^{z_2}}, \frac{\mu}{A^{x_3} P_k^{y_3} Q^{z_3}}, \frac{\Delta}{A^{x_4} P_k^{y_4} Q^{z_4}}}{n}, \frac{I}{A^{x_5} P_k^{y_5} Q^{z_5}}, \frac{b}{A^{x_6} P_k^{y_6} Q^{z_6}}, \frac{L}{A^{x_7} P_k^{y_7} Q^{z_7}}, \frac{m}{A^{x_8} P_k^{y_8} Q^{z_8}}, \frac{P}{A^{x_9} P_k^{y_9} Q^{z_9}}, \frac{L}{A^{x_{10}} P_k^{y_{10}} Q^{z_{10}}} \right\}. \quad (2)$$

Виходячи з умови отримання безрозмірних комплексів, шляхом вирішення систем рівнянь визначаємо відповідні ступені  $x_i$ ,  $y_i$ ,  $z_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 10$ ), отримуємо співвідношення для обчислення критеріїв подібності

$$\left\{ \begin{array}{l} K_1 = \frac{\delta}{\sqrt{A}}; \quad K_2 = \frac{D_u}{\sqrt{A}}; \quad K_3 = \frac{\mu \cdot Q}{\sqrt{A^3 P_k}}; \quad K_4 = \frac{\Delta}{\sqrt{A}}; \quad K_5 = \frac{n}{\sqrt{A^3 Q}}; \\ K_6 = \frac{I}{A^2}; \quad K_7 = \frac{b}{\sqrt{A}}; \quad K_8 = \frac{m \cdot Q^2}{\sqrt{A^5 P_k}}; \quad K_9 = \frac{N}{A \cdot P_k}; \quad K_{10} = \frac{L}{\sqrt{A}}. \end{array} \right. \quad (3)$$

Повна подібність забезпечується тоді, коли виконується співвідношення

$$K_1 = K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot K_{10}, \quad (4)$$

$$\delta = \frac{D_u \cdot \mu \cdot Q^2 \cdot \Delta \cdot n \cdot I \cdot b \cdot m \cdot N \cdot L}{A^8 \cdot P_k^3}. \quad (5)$$

### Література:

1. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-Учебник в 3-х томах / Под ред. А.С. Проникова. – М.: Изд-во МВТУ им. Н.Э. Баумана: Машиностроение, 1995.

УДК 621.9

Мусій В. – ст. гр. ХВМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ШЛІФУВАННЯ І ПАРАМЕТРІВ ТОЧНОСТІ ШЛІФУВАЛЬНОЇ БАБКИ

Науковий керівник: Луців І. В.

Musiy V.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

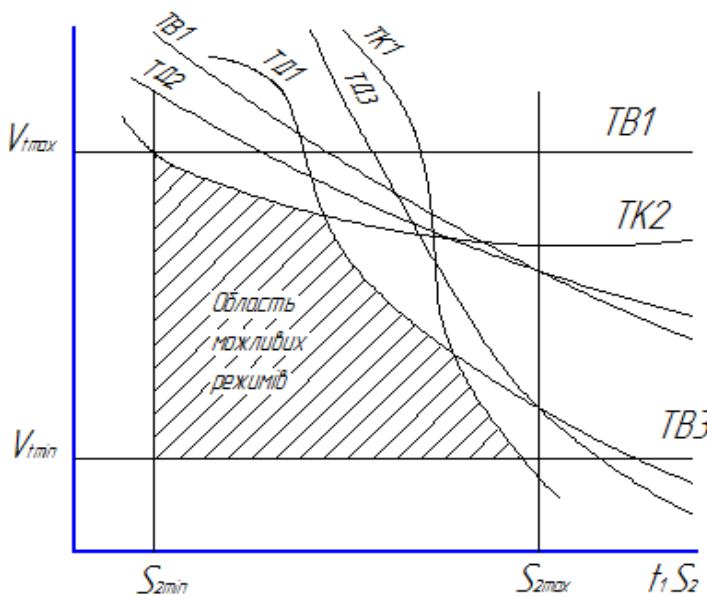
## RESEARCH OF GRINDING WHEELHEAD CUTTING CONDITIONS AND ACCURACY PARAMETERS

Supervisor: Lutsiv I.V.

Ключові слова: Точність шліфування, шліфувальні верстати.

Key words: Precision grinding, grinding machines.

Надійність, довговічність та інші експлуатаційні властивості деталей машин у значній мірі залежить від якості оброблених поверхонь. Під якістю поверхні мають на увазі весь комплекс параметрів, що визначають точність обробки, шорсткість поверхні й фізико-механічні властивості, одержувані в результаті обробки поверхні тим або іншим технологічним способом. В той же час при шліфуванні важко одержати поверхню без дефектів, тому знаходження оптимальних режимів обробки, при яких забезпечується необхідна якість поверхні актуально й зараз.



Питанням впливу параметрів процесу шліфування на шорсткість поверхні присвячена велика кількість досліджень, для багатьох параметрів установлені кількісні зв'язки з показниками точності й шорсткості. Виконання вимог по шорсткості забезпечується за рахунок вибору кінематики й режимів шліфування, підбора характеристик кола, вибору виду й способу підведення СОТС, придушення або використання вібрацій у шліфувальній бабці. Графічна інтерпретація оптимізації режимів показана на рисунку.

Рис. Оптимізація режимів

У ході виконання роботи будуть отримані нові закономірності між режимами обробки і якістю поверхневого шару, та запропоновані нові конструкції шліфувальної бабки.

УДК 621.9

Дзядик М. – ст. гр. ХВм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМОУТВОРЕННЯ ШЛІЦІВ НА ШЛІЦЕФРЕЗЕРНОМУ ВЕРСТАТІ**

Науковий керівник: Луців І. В.

Dzyadyk M.

*TernopilIvanPul'ujNationalTechnicalUniversity*

## **RESEARCH OF THE SPLINES SHAPEFORMING PROCESS ON THE SPLINE MILLING MACHINE**

Supervisor: Lutsiv I.V.

Ключові слова: Точність форми, шліце-фрезерування.

Keywords: Shapeaccuracy, splinemilling

Одним найбільш розповсюджених типів з'єднань в деталях машин є шліцеві з'єднання, які характеризуються високою міцністю та забезпечують співвісність валу і отвору, дають можливість осьового переміщення деталі вздовж своєї осі.

Проаналізовано основні методи та способи нарізання шліців на деталях типу вал. Встановлено, що одним із найпродуктивніших методів нарізання шліців на валах в серійному виробництві є їх виготовлення на шліцефрезерних верстатах з використанням черв'ячно-шліцевих фрез. Головними характеристиками точності шліців є відхилення: від форми, зміна колового кроку та варіація ширини шліців. Основними конструктивними параметрами є: кількість зубів, діаметр впадин, діаметр виступів та ширина зубів. Точність форми шліцевих поверхонь в основному залежить від двох факторів: точності виготовлення інструменту, зокрема правильності форми бокових поверхонь зубів, а також забезпечення точності відтворення рухів формоутворення на верстаті.

Для забезпечення рухів формоутворення на шліцефрезерних напівавтоматах застосовується жорсткий кінематичний зв'язок між заготовкою та інструментом, з допомогою ланцюга зубчастих передач, що, враховуючи його довжину, точність виготовлення елементів (ланок), динамічні фактори, зазори, накопичену кінематичну похибку, розсіювання кроків зубчастих коліс, відхилення профілю зубчастих коліс від евольвенти та ін., не завжди забезпечує правильне узгодження рухів заготовки з інструментом.

У ході виконання роботи отримано нові закономірності точності формоутворення шліців при обробці на шліцефрезерному верстаті з врахуванням режимів їх обробки, та запропонована нова конструкція приводу обертання заготовки яка дозволить підвищити кінематичну точність верстату та продуктивність обробки. Особливістю конструкції є розділення приводів інструменту та заготовки, максимальне зменшення кількості елементів приводів, та узгодження рухів між ними з допомогою системи автоматизованого керування руху ділення.

Запропоновані закономірності та особливості можна використати при модернізації зубофрезерних та інших верстатів з жорстким кінематичним зв'язком між заготовкою та інструментом.

УДК 621.9

Домший В. – ст. гр. ХВм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ОБРОБКИ І ЗУСИЛЛЯ РІЗАННЯ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ**

Науковий керівник: Луців І. В.

Domshyi V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH OF CUTTING CONDITIONS AND CUTTING FORCE IN THE MILLING PROCESS**

Supervisor: Lutsiv I. V.

Ключові слова: Сила різання, фрезерування.

Key words: Cutting force, milling

Розробка сучасних високоефективних механізмів та машин вимагає застосування високоточних деталей складної форми, головним процесом виготовлення яких залишається обробка металів різанням.

В умовах сучасного виробництва, фрезерування є однією із найпоширеніших операцій механічної обробки. Характерною особливістю фрезерування, є наявність нерівномірного розподілу припуску вздовж оброблюваної поверхні. Значні коливання сил різання, які при цьому виникають, досить часто є причиною передчасного виходу з ладу різальних інструментів та втрати точності. Тому питання визначення моделі складових сил різання та оптимальних режимів обробки є досить актуальним.

Питанням визначення складових сили різання присвячена велика кількість досліджень. Для різних видів фрезерування існують залежності сил різання від глибини різання і подачі.

Запропоновано моделювання багатолезової обробки, коли в процесі різання приймають участь декілька різальних кромки, реалізувати на основі математичної моделі роботи одного зуба фрези з врахуванням циклічності характеру його роботи, а також траєкторії його руху, яка описується циклоїдою. Змінний характер сил різання вздовж різальної кромки зуба кінцевої фрези, що є наслідком його гвинтової форми, враховано шляхом розбиття різальної кромки по ширині фрезерування на ділянок контакту між стружкою, інструментом і поверхнею різання

Для врахування нерівномірності розподілу нормальних і дотичних напружень та інтенсивності теплових процесів вздовж контактної ділянки різальної кромки, остання розбивається на  $N$  інтервалів, з наступною апроксимацією на кожному інтервалі даних величин середніми значеннями.

Отримано нові закономірності між режимами обробки та точністю і якістю обробленої поверхні, залежності впливу складових сил різання на теплові показники та результуючу силу різання.

Таким чином отримані моделі дають можливість більш точно прогнозувати елементи процесу різання при фрезеруванні, що свою чергу дозволить спростити задачі конструювання елементів інструменту та верстату.

Секція: Електротехніка, електроніка та світлотехніка

УДК 621.3.088.7

Гайовий А. – ст. гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕНЕРГОСИСТЕМ НА ПОХИБКИ ТРАНСФОРМАТОРІВ НАПРУГИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бабюк С.М.

Наіовуї А.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH INFLUENCE MODES OF ENERGY SYSTEM ON VOLTAGE TRANSFORMERS ERROR**

Supervisor: Babiuk S.

Ключові слова: вимірювальний трансформатор напруги, похибка, вимірювання

Key words: measuring voltage transformer, error, measurement.

Наявність похибок, обумовлених високовольтними вимірювальними трансформаторами напруги, призводить до значної відмінності вимірюваних електричних величин, таких як активна потужність та електроенергія, від дійсних їх значень у високовольтних мережах енергосистем. Зменшення цих похибок надає можливість підвищити точність вимірювань, що в свою чергу призведе до більш правильного визначення плати за спожиту електроенергію, якості електроенергії, втрат в мережах та до більш точнішого регулювання потужностей генераторів на електростанціях, що особливо важливо в умовах енергоринку.

Тисячі вимірювальних трансформаторів напруги, які сьогодні експлуатуються в електроенергетичних системах, працюють в класах точності 0.2, 0.5 і їх похибки є визначальними при вимірюванні енергії та потужності.

На сьогоднішній день, практично відсутня інформація про похибки ВТН в наступних випадках:

- при первинній нарузі, що виходить за допустимий згідно ГОСТ 1983-2001 діапазон, для вимірювальних ТН;

- при роботі ВТН на навантаження з  $\cos \varphi$ , не відповідним вимогам нормативної документації.

Практично не досліджений вплив на метрологічні характеристики ВТН температури навколишнього повітря, частоти мережі змінного струму, вібраційних навантажень і транспортного трясіння.

Дослідження даного питання дозволить вирішити ряд задач:

- а) аналіз і класифікація чинників, що впливають на похибки ВТН;
- б) аналітичні дослідження впливу умов роботи ВТН на їх похибки;
- в) розробка методів і проведення експериментальних досліджень залежностей похибки ВТН від умов роботи;
- г) аналіз впливу похибок ВТН на вимірювальні комплекси;
- д) розробка рекомендацій із підвищення точності обліку електроенергії.



УДК 621.3.088.7

Гуля І. – ст. гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕНЕРГОСИСТЕМИ НА ПОХИБКИ ТРАНСФОРМАТОРІВ СТРУМУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бабюк С.М.

Hunia I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

### **RESEARCH INFLUENCE MODES OF ENERGY SYSTEM ON CURRENT TRANSFORMERS ERROR**

Supervisor: Babiuk S.

Ключові слова: трансформатор струму, похибка, вимірювання.

Key words: current transformer, error, measurement.

Існуючі системи обліку електроенергії не забезпечують необхідної точності обліку, оскільки вони створювалися в основному десятки років назад, коли електроенергія не була товаром і на точність її обліку не зверталася належної уваги.

У вимірювальні комплекси (ВК) входять трансформатори струму (ТС), в основному електромагнітні, лічильники електричної енергії і кола зв'язку між ними. Похибки існуючих ВК нерідко перевищують 5-10 %, що неприпустимо в сучасних умовах. Похибки вимірювальних трансформаторів (ВТ) вносять значний вклад в загальну похибку ВК, причому при малому навантаженні по струму похибки ТС можуть у декілька разів перевищувати похибки усіх інших елементів ВК.

Для забезпечення необхідної точності ВК потрібне знання погрешностей ВТ в реальних умовах їх експлуатації, виявлення і усунення причин порушень правил застосування ВТ при їх експлуатації.

Нині, практично відсутня інформація про похибки ТС в наступних випадках:

- при потужності вторинного навантаження більше за номінальну;
- при струмах, менше 5 % номінального первинного струму для ТС класів точності 0,5 і 1, а також при струмах, великих 120 % номінального первинного струму для ТС усіх класів точності;
- при роботі ТС на вторинне навантаження з коефіцієнтом потужності ( $\cos \phi$ ), не відповідним вимогам нормативної документації.

Метою роботи є аналіз умов роботи в енергосистемах електромагнітних ВТС і дослідження їх впливу на похибки ВК для обліку електроенергії; розробка заходів із підвищення точності обліку.

Дослідження даного питання дозволить вирішити ряд задач:

- а) аналіз і класифікація чинників, що впливають на похибки ВТС;
- б) аналітичні дослідження впливу умов роботи ВТС на їх похибки;
- в) розробка методів і проведення експериментальних досліджень залежностей похибки ВТС від умов роботи;
- г) аналіз впливу похибок ВТС на ВК;
- д) розробка рекомендацій із підвищення точності обліку електроенергії.

УДК 621.32

Карнаух Б. – ст. гр. ЕМмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ  
КОРИДОРУ КАФЕДРИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА  
ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Коваль В.П.

B. Karnaukh

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

**ENERGY EFFICIENT CONTROL SYSTEM OF LIGHTING OF  
CORRIDOR OF ENERGY CONSERVATION AND ENERGY  
MANAGEMENT**

Supervisor: Ph.D., V.P. Koval

Ключові слова: освітлювальна установка, світлодіод, система керування освітленням  
Keywords: lighting systems, LED, control system of light

Актуальність енергозбереження та підвищення енергоефективності в останній час є настільки очевидною, що це питання обговорюється як на всіх рівнях державної влади, так і на багатьох підприємствах. Значна частина витрат електроенергії припадає на освітлення. Тому питання впровадження енергозберігаючих технологій в освітленні, особливо в умовах безперервного зростання вартості енергоресурсів, актуальне і впровадження цих технологій може суттєво знизити витрати електроенергії.

Саме тому метою роботи стала розробка та впровадження енергоефективної автоматизованої системи керування освітленням коридору кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту із використанням сучасних джерел світла. Об'єктом дослідження взято коридор кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту.

Ознайомившись з станом коридору кафедри (рис. 1) було зроблено наступний висновок. Виявлено, що схема освітлення із люмінесцентними лампами, яка освітлює даний об'єкт є технічно застарілою, також проведено дослідження за допомогою люксметра і виявлено значну нерівномірність освітлення. Вона знаходилась в межах від 1,5 до 20 лк. Система освітлення не виконує в повній мірі свого призначення та є економічно не доцільною. Тому прийнято рішення замінити її на більш енергоефективну.

Оскільки в даному приміщенні не знаходиться жодних природних джерел світла, було вирішено впровадити систему динамічного освітлення. В основі розробленої та виготовленої нами системи освітлення лежить світлодіодна стрічка з датчиком руху (рис. 2). Датчик руху – це спеціальний датчик, що відстежує будь-які рухи в радіусі своєї дії для автоматичного включення та виключення освітлення.

На даному етапі роботи система світлодіодного освітлення введена в експлуатацію, вона представляє собою 6 світильників, довжиною 4 м, та систему керування на основі датчиків руху ( рис. 3).



Рис. 1. Освітлення коридору до заміни заміни



Рис. 2. Освітлення коридору після

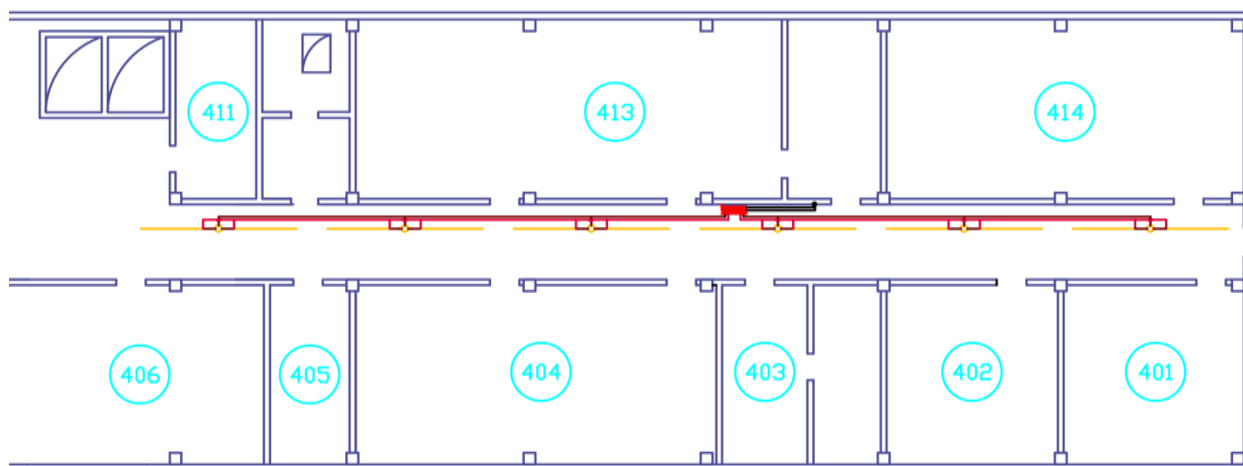


Рис.3 Схема виконаної роботи

З метою підвищення енергоефективності діючої системи встановлено тижневе реле часу, яке має 18 програм з можливістю програмування кожного дня тижня та будь-якого часу включення-виключення, це дозволило зменшити електроспоживання навантаження, в неробочий час. Також, проведено модернізацію, зокрема вдосконалена система плавного включення та виключення світлодіодних стрічок, що дозволило зменшити негативний ефект від різкого включення-виключення світла.

Вирішено проблему видимого положення людей, шляхом модернізації датчиків руху, зокрема замінено одинарні датчики руху на більш ефективні подвійні, що дозволило збільшити діапазон роботи датчиків руху та більш точно відслідковувати переміщення людей, більш ефективно вмикати-вимикати світильники.

На основі виконаної роботи можна зробити наступні висновки : в новій конфігурації освітлення відповідає вимогам ДБН; економія електроенергії в порівнянні із попередніми світильниками; схема освітлення має значний ресурс на модернізацію.

Перспектива розвитку даного проекту передбачає розробку системи керування, основу на мікроконтролері та розробку нової "розумної" системи включення та виключення світильників.

УДК 621.326; 621.327

Худзик М. – ст. гр. ЕСМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ СИСТЕМ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Андрійчук В.А.

Hudzik M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

### **ANALYSIS OF EXTERNAL LIGHTING AREAS OF UKRAINE**

Supervisor: Andriychuk V.

Ключові слова: зовнішнє освітлення, світлоточка.

Keywords: exterior lighting, luminous points.

**Постановка проблеми.** Освітлення – важлива сфера благоустрою населених пунктів країни. Через недостатнє фінансування цієї підгалузі освітлювальні установки зовнішнього освітлення укомплектовані застарілими світловими приладами (СП) та низько ефективними джерелами світла. Це призвело до збільшення енергозатрат та зниження світлотехнічних характеристик освітлення. Для підвищення енергетичної ефективності зовнішнього освітлення необхідно в освітлювальних системах встановити сучасні світлові прилади з енергозберігаючими джерелами світла. Ці заходи дозволять досягнути значної економії енергоресурсів.

**Результати досліджень.** Для характеристики світлотехнічних систем зовнішнього освітлення проведено аналіз за 2011 рік освітлювальних установок по областях України в порівнянні з 2010 роком.

Загальна протяжність електромереж зовнішнього освітлення в населених пунктах України станом на 01.01.2012 року становить близько 86 тис. км. і за 2011 рік збільшилася майже на 5 тис. км (6%) порівняно з 2010 роком.

Загальна кількість світлоточок зовнішнього освітлення становить близько 1,8 млн. одиниць, що на 76 тис. одиниць (6%) більше, ніж у 2010 році. У сфері зовнішнього освітлення використовується 928 тис. одиниць енергозберігаючих джерел світла, що на 69 тис. одиниць (8%) більше у порівнянні з відповідним показником 2010 року.

У 2011 році було спожито близько 547 млн. кВт·год електроенергії для зовнішнього освітлення в Україні. Цей показник збільшився на 55 млн. кВт·год (10%) в порівнянні з 2010 роком. **Витрати на електроенергію, спожиту на зовнішнє освітлення, збільшились протягом року на 31 млн. грн. (16%) і становлять 194 млн. гривень.** Середня собівартість витрат на утримання однієї світлоточки становить 211 грн., що на 19 грн. (9%) більше, ніж у 2010 році. Та вже сьогодні є можливість набагато зменшити витрати електроенергії на вуличне освітлення. Вітчизняні виробники пропонують обладнання для освітлення вулиць, доріг, міжквартальних територій, що дозволяє знизити енергоспоживання на 45 % порівняно з існуючим, не погіршуючи, а навіть поліпшуючи, кількісні та якісні показники освітлення. В той же час кошти, що вивільняються через економію електроенергії шляхом застосування енергозберігаючих джерел світла можна направити на заходи з розвитку, модернізації електромереж зовнішнього освітлення.

УДК 621.313.12, 621.313.13

Ковач Б. – ст. гр. ЕЕМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОБОТИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА В РЕЖИМІ ГЕНЕРАТОРА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бабюк С. М.

Kovach B.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **RESEARCH ENERGY CHARACTERISTICS OF INDUCTION MOTOR IN GENERATOR MODE**

Supervisor: Babiuk S.

Ключові слова: асинхронний двигун, генератор, джерело енергії.

Key words: induction motor, generator, energy source.

Одним з напрямків забезпечення ефективності перетворення енергії в галузі відновлюваної енергетики, виходячи з досвіду західних країн, є застосування асинхронних генераторів, які для ГЕС з малими встановленими потужностями мають ряд переваг порівняно з синхронними. Це пов'язано, у першу чергу, з їх низькою вартістю, простотою конструкції та експлуатації у нормальних режимах, стійкістю до зовнішніх аварій, значним ресурсом роботи.

Також є перспектива на створення нових схемних рішень асинхронного генератора, які забезпечують підвищення надійності, покращення якості електричної енергії і збільшення функціональних можливостей автономних електрогенеруючих агрегатів трифазного струму.

Для досягнення визначеної мети проводиться: аналіз робіт, пов'язаних з розробкою і дослідженням АГ; розробка схемних рішень; простота управління за допомогою автоматичного компенсатора реактивної потужності, який виробляє реактивну потужність необхідну для збудження АГ.

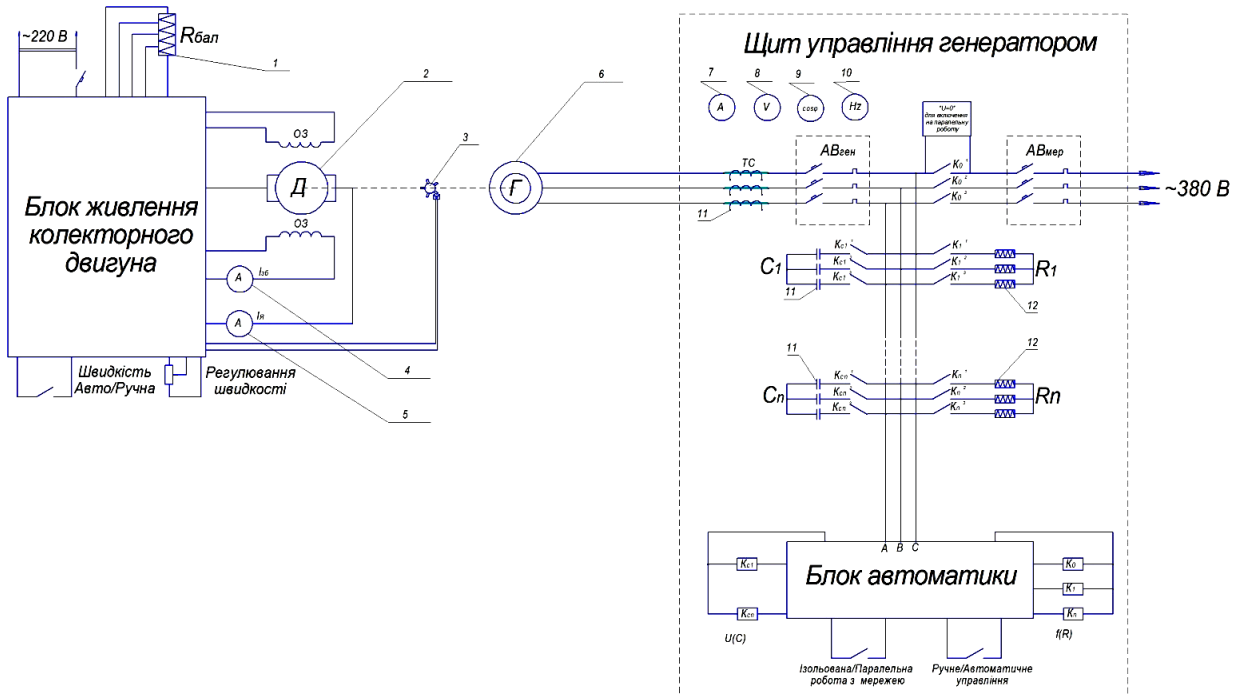
Головною перевагою малої гідроенергетики є дешевизна електроенергії, з застосуванням АГ на гідроелектростанціях; відсутність паливної складової в процесі отримання електроенергії при впровадженні малих гідроелектростанцій дає позитивний економічний та екологічний ефект. Первинним джерелом енергії для малої гідроенергетики є гідропотенціал малих річок.

При використанні гідропотенціалу малих річок України можна досягти значної економії паливно-енергетичних ресурсів, причому розвиток малої гідроенергетики сприятиме децентралізації загальної енергетичної системи, тим самим дасть вирішення багатьом проблемам як в енергопостачанні віддалених і важкодоступних районів сільської місцевості, так і в керуванні гігантськими енергетичними системами, при цьому вирішуватиметься цілий комплекс проблем в економічній, екологічній та соціальній сферах життєдіяльності та господарювання в сільській місцевості, в тому числі і районних центрів.

Основою дослідження асинхронного генератора є розробка діючої дослідної установки. Електрична схема дослідної установки приведена на рис. 1. Як видно з схеми установка складається з електроприводу (в якості якого використано

колекторний двигун з регулятором швидкості обертання), асинхронного двигуна, конденсаторних батарей і навантаження.

Рис. 2.1. Електрична схема асинхронного генератора:



1 – баластний опір; 2 – привідний двигун; 3 – давач швидкості; 4 – амперметр для вимірювання струму збудження в колі привідного двигуна; 5 – амперметр для вимірювання струму якоря в колі привідного двигуна; 6 – трифазний асинхронний генератор; 7 – амперметр для вимірювання струму в колі асинхронного генератора; 8 – вольтметра для вимірювання напруги в колі асинхронного генератора; 9 – прилад для вимірювання коефіцієнта потужності; 10 – прилад для вимірювання частоти; 11 – конденсатори в колі АГ; 12 – опір в колі АГ;

Встановлено, що можливе таке практичне застосування асинхронного генератора в подальшому на малих ГЕС:

1. Встановлення граничної потужності ефективного використання асинхронних генераторів на малих ГЕС у режимі паралельної роботи з енергосистемою;

2. Розроблення алгоритму оцінки додаткових втрат електроенергії, зумовлених впливом генерації малих ГЕС на режими роботи розподільних електричних мереж, що дозволяє враховувати вказаний фактор під час формування диспетчерських графіків режимів експлуатації ГЕС;

3. Розроблення структурної схеми автоматизованих систем каскадом малих ГЕС та обґрунтовано послідовність її впровадження;

4. Розроблення алгоритму оптимального використання добового притоку водних ресурсів на малих ГЕС з урахуванням ретроспективних даних та погодних умов, який може бути використаний для оптимізації диспетчерських графіків роботи окремих станцій.

УДК 629.3

Білінський В. – ст. гр. ЕМ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОТРАНСПОРТУ З ГІБРИДНИМ ТА ЕЛЕКТРИЧНИМ ПРИВОДОМ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Тарасенко М.Г.

Bilinskii V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ENERGY EFFICIENCY MOTOR VEHICLES WITH HYBRID AND ELECTRIC DRIVE**

Supervisor: Ph.D., Prof. Tarasenko M.G.

Ключові слова: енергоефективність, електромобіль, гібридний автомобіль

Keywords: energy efficiency, electric car, hybrid car

При процесах згоряння палива найбільш інтенсивне забруднення приземного шару атмосфери відбувається в мегаполісах, великих містах та промислових центрах через поширення у них автотранспортних засобів (близько 1 млрд шт. на земній кулі), забруднення атмосферного повітря досягає тут 40-50 %. Альтернативою бензиновому транспорту можуть стати електричні та гібридні автомобілі. Саме тому **метою** даної роботи й стало дослідження застосування транспорту з гібридним та електричним приводом на території України.

**Об'єктом** дослідження є процес формування тарифної політики на ПЕР і розвиток транспортних засобів з гібридним та електричним приводом.

**Предметом** дослідження є електромобілі індивідуального і громадського транспорту.

В даний час на частку автомобільного транспорту припадає більше половини усіх шкідливих викидів у навколишнє середовище, які є головним джерелом забруднення атмосфери, особливо у великих містах. У середньому при пробігу 15 тис. км за рік кожен автомобіль спалює 2 т палива і близько 26-30 т повітря, у тому числі 4,5 т кисню, що в 50 разів більше потреб людини. При цьому автомобіль викидає в атмосферу (кг / рік): чадного газу – 700, діоксиду азоту – 40, незгорілих вуглеводнів – 230 і твердих речовин – 2-5, а також багато сполук свинцю.

Щорічний приріст викидів шкідливих речовин від автомобілів, які експлуатуються в Києві, за останні 5-6 років склав близько 9 %, а їх валовий внесок у забруднення навколишнього середовища перевищив 87 %. Крім цього автомобільний транспорт є основним джерелом шуму і створює 80 % всіх зон акустичного дискомфорту. Незважаючи на прагнення державних регулюючих структур стримувати зростання тарифів на послуги і паливно-енергетичні ресурси, вартість електроенергії і тепла для споживачів буде продовжувати зростати, наближаючись до середньоєвропейських показників.

Зважаючи на це та існуючий дефіцит нафтопродуктів, що складає 85 %, в Україні треба шукати альтернативні джерела енергії для здійснення автотранспортних перевезень. Одним з таких джерел є електрика, якою Україна може забезпечити себе на 100 %. На першому етапі це можуть бути автомобілі з гібридною силовою установкою, яка гармонічно об'єднує позитивні властивості двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ)

та електричних машин (тягових двигунів та генератора). Такі автомобілі мають підвищений енергетичний та динамічний потенціал і відповідають жорстким екологічним нормам.

В автомобілебудуванні в теперішній час дуже серйозна увага приділяється питанням створення ресурсозберігаючих, ефективних та екологічно чистих транспортних засобів. Найвагомішу роль у цьому повинно зіграти гармонічне поєднання новітніх комп'ютерних технологій та автомобільної електроніки. Сучасні електронні автомобільні системи дійсно сприяють значному зниженню вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах, але без зміни конструкції самого автомобіля, значного прогресу в цьому напрямку практично не передбачається.

Аналіз перспективних напрямів розвитку сучасного автомобілебудування показав, що заходи щодо вдосконалення двигунів внутрішнього згоряння є не дуже ефективними. Це пов'язано не тільки з низьким коефіцієнтом корисної дії (ККД) ДВЗ, але й з особливістю експлуатації автомобілів у великих мегаполісах, наприклад, у заторах. Середня швидкість автомобілів на завантажених ділянках дороги не перевищує 5,56 м/с (20 км/год), а потужність ДВЗ використовується менш ніж на 10 %. Крім того, сам характер руху в місті є послідовністю прискорень і гальмувань. В результаті у процесі гальмування кінетична енергія автомобіля безповоротно розсіюється в гідравлічних гальмівних системах, на відміну від автомобілів з електроприводом, які мають систему рекуперативного гальмування.

В теперішній час вирішення екологічних та економічних проблеми в сучасному автомобілебудуванні можливо за рахунок використання електричного привода, який застосовується в електромобілях та гібридних автомобілях. Зацікавленість конструкторів автотранспортними засобами з електричною тягою обумовлено також і тим, що вони не мають шкідливих викидів. По-друге, коефіцієнт корисної дії сучасних електричних двигунів сягає 95 %. У порівнянні, ККД бензинового двигуна в оптимальному режимі не перевищує 30 %, дизельного – 40 %, паливних елементів на водні – 60 %.

Але джерела енергії електромобілів – тягові акумуляторні батареї (АКБ) – поки не можуть конкурувати з бензином, газом або дизельним паливом за щільністю енергії. Наприклад, паливний бак автомобіля ємністю 50 л акумулює 2,35 ГДж енергії, відповідаючи щільності енергії 47 ГДж/м<sup>3</sup> (13 МВт·год/м<sup>3</sup>). Це є основним недоліком електромобілів.

Незважаючи на це, електромобілі – безумовно, перспективний напрямок розвитку автомобілебудування. Але без якісного стрибка енергетичних характеристик акумуляторних батарей та без значного зниження їх вартості електромобілі будуть мати обмежений попит серед споживачів.

На сучасному етапі розвитку автомобілебудування доцільно розробляти гібридну технологію, тому що електромобілі та інфраструктура зарядних станцій ще не набули широкого розповсюдження. Гібридна силова установка синергетично об'єднує позитивні властивості двигуна внутрішнього згоряння та електричного двигуна. Це відбувається за рахунок використання електроприводу, який допомагає або повністю замінює ДВЗ в неекономічних режимах роботи, коли споживання палива та токсичність вихлопу максимальна. Електричні двигуни вже з малих обертів забезпечують високий обертовий момент та достатню потужність, не витрачаючи паливо і не забруднюючи навколишнє середовище. Бензиновий двигун дозволяє розвинути високу швидкість автомобіля та одночасно заряджати тягові акумуляторні батареї. Робота у гібридному режимі дозволяє кожному джерелу енергії працювати в оптимальному режимі, забезпечуючи автомобілю високу динамічність і паливну економічність.



УДК.628.979

Катрусяк Ю.– ст. гр. РА-404

*Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*

## **ВИМІРЮВАННЯ ЄМНОСТІ МЕТОДОМ ВИМІРЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ, НАКОПИЧЕНОЇ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ КОНДЕНСАТОРА**

Науковий керівник: викл. Іващук А.Д.

Katrus'ak U.

Technical college Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## **MEASUREMENT OF CAPACITANCE BY MEASURING THE ENERGY STORED IN THE ELECTRIC FIELD OF THE CAPACITOR**

Supervisor: Ivashchuk A.D.

Ключові слова: індуктивність, ємність, енергія

Keywords: inductance, capacitance, energy

Метод вимірювання індуктивності та ємності шляхом вимірювання енергії, що накопичується в електричному полі конденсатора та магнітному полі котушки з незначними відмінностями доволі часто використовується в багатьох аматорських конструкціях LC-вимірювачів. Застосування в даній конструкції мікроконтролера і рідкокристалічного індикатора дозволило створити простий, малогабаритний, дешевий і зручний в експлуатації прилад, що має достатньо високу точність вимірювання. При роботі з приладом достатньо просто підключити вимірювальний елемент і зчитати покази з індикатора, корекція нуля приладу – програмна.

Технічні характеристики LC-вимірювача:

- діапазон вимірювання ємності ..... 0,1 пФ – 5 мкФ;
- діапазон вимірювання індуктивності ..... 0,1 мкГн – 5 Гн;
- похибка вимірювання ..... 2 – 3%;
- напруга живлення ..... 7,5 – 9 В;
- споживаний струм ..... 10 -15 мА.

Працює прилад наступним чином. Сигнал збуджуючої напруги прямокутної форми з виходу мікроконтролера через буферні елементи потрапляє на вимірювальну частину схеми. Під час додатньої півхвилі конденсатор заряджається, а під час від'ємної розряджається. Середній струм розряду, пропорційний вимірювальній ємності, перетворюється з допомогою операційного підсилювача в напругу.

При вимірюванні індуктивності під час додатньої півхвилі струм в котушці наростає до певного значення, а під час від'ємної – струм, що створюється ЕРС самоіндукції також поступає на вхід ОП. Таким чином при постійній напрузі живлення і частоті сигналу напруга на виході ОП прямо пропорційна вимірюваній ємності та індуктивності. Ця напруга через RC-фільтр потрапляє на вбудований 10-розрядний АЦП мікроконтролера. Результат вимірювання відображається на 10-розрядному семисегментному рідкокристалічному індикаторі. Для підвищення точності прилад має 9 діапазонів вимірювання. Частота напруги 1-го діапазону – 800 кГц, 9-го – 12 Гц.

УДК 621.3

Бурмака В. – ст. гр. ЕМ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ КОНЦЕНТРАТОРІВ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н. Івасечко Р. Р.

Burmak V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ENERGY EFFICIENCY USING COMBINED CONCENTRATORS OF SOLAR RADIATION**

Supervisor: Ph.D. Ivasechko R.

Ключові слова: сонячна енергія, сонячний концентратор, фотоелемент

Keywords: solar energy, solar concentrator, photocell

Бурхливий розвиток енергетики у ХХ столітті породив низку проблем, пов'язаних із виснаженням природних ресурсів і забрудненням навколишнього середовища. Тому вирішено активізувати роботи щодо розширення використання відновлюваних джерел енергії: сонячної, геотермальної, вітрової, припливної тощо.

Сонячна енергія може бути перетворена в теплову, механічну і електричну енергію, використана в хімічних і біологічних процесах.

Перспективним напрямом створення надійних систем енергозабезпечення та істотного поліпшення умов життя і праці для населення є широке використання сонячної енергії, яка може забезпечити чималу частку потреби в теплі навіть в умовах північного клімату.

Також варто відзначити ще один часто згадуваний «екологічний» недолік сонячної енергетики, що висувається її супротивниками, – значне відторгнення земельних ресурсів під сонячні панелі. Однак легко порахувати, що, якщо навіть всю світову енергетику перевести на сонячну енергію, частка сільгоспугідь, займаних під енергоустановки, складе менше 2 % загальної площі (51 млн. км<sup>2</sup>) сільськогосподарських земель. Дійсно, сьогодні в світі споживається приблизно 18 млрд. т у. п. На земну поверхню в залежності від широти місця приходить від 0,1 до 0,3 кВт/м<sup>2</sup> сонячної енергії. Це еквівалентно 0,1-0,3 т у. п., тобто в середньому 0,2 т у. п. Взнявши ККД сонячних станцій всього за 10 %, отримуємо, що для виробництва 18 млрд. т у. п. буде потрібно 0,9 млн. км<sup>2</sup> землі.

Фотоелектроенергетика реалізує метод прямої трансформації сонячної енергії в електричну за допомогою фотоелектричних перетворювачів (ФЕП). Такі фотоперетворювачі отримали найбільш широке поширення у світі. Їх називають також фотоелектричними модулями, сонячними батареями, сонячними модулями.

Фотоелектричні перетворювачі зазвичай комплектуються в модулі потужністю до декількох сотень ват, які можна об'єднувати в більші батареї. Їх використовують як для живлення енергією окремих споживачів (автономні системи), так і в електричних мережах. В автономних системах, наприклад на метеорологічних станціях, для окремо розташованих будівель або не забезпечених енергопостачанням районів вони цілком конкурентоспроможні і рентабельні.

Часто на сонячних установках (СУ) різних типів додатково встановлюють

теплообмінні апарати щоб одержати тепло, що використовується як для технічних потреб, так і для гарячого водопостачання та опалення.

Сонячний колектор – це пристрій для перетворення енергії сонячного випромінювання в теплову, він складається з пластини і абсорбуючого елемента, який поглинає енергію сонця, перетворює її на теплову і передає теплоносію. Абсорбуючий матеріал з одного боку покритий шаром спеціального прозорого матеріалу, а з іншої – теплоізолятором, для мінімалізації тепловтрат. Головною сировиною у виготовленні абсорбера є мідь, оскільки вона характеризується найбільшою теплопровідністю.

У сучасних низько і середньотемпературних системах тепlopостачання (до 100 °C), що використовуються для перетворення сонячної енергії в низькопотенційне тепло для гарячого водопостачання, опалення та інших теплових процесів, основним елементом є плоский колектор, який являє собою геліоприймальний абсорбер з циркулюючим теплоносієм, конструкція плоского сонячного колектора теплоізольована з тильної сторони і закрита з лицьової сторони.

У системах високотемпературного тепlopостачання (вище 100 °C) використовують високотемпературні сонячні колектори. На даний час найкращим з них вважається концентруючий сонячний колектор, що являє собою параболічний жолоб з чорною трубкою в центрі, на яку фокусується сонячне випромінювання. Такі колектори дуже ефективні у промисловості та для виробництва пару в електроенергетиці. Їх недоліком є неможливість використання розсіяної сонячної радіації.

Для збільшення потужності сонячного випромінювання широко використовуються концентратори. У промислових установках лінзи не використовуються: вони дорожчі важкі та складніші у виготовленні.

Сфокусувати сонячні промені можна і за допомогою увігнутого дзеркала. Воно є основною частиною геліоконцентратора, приладу у якому паралельні сонячні промені збираються за допомогою увігнутого дзеркала. Якщо у фокус дзеркала помістити трубу з водою, то вона нагріється. Такий принцип дії сонячних перетворювачів прямої дії.

Найефективніше їх можна використовувати в південних широтах але і в середній смузі вони знаходять застосування. Дзеркала в установках використовуються або традиційні - скляні, або з полірованого алюмінію.

Параболоїдна конфігурація має явну перевагу перед іншими формами за величиною концентруючої здатності. Тому саме вона так широко поширена в геліотехнічних системах. Оптимальний кут розкриття реальних параболоїдних концентраторів на відміну від кута ідеального близький до 60 град, ступінь концентрації 20-1000.

В результаті проведеного аналізу існуючих моделей концентраторів впливає, що для оптимізації роботи та для доступності сонячних концентраторів потрібно їх використовувати для отримання тепла та електроенергії. Потрібно також врахувати такі фактори, як складність конструкції, вартість матеріалів для виготовлення робочої установки, а також простоту її експлуатації та енергоефективність, що дасть змогу запровадити установки такого типу не тільки для промислових цілей, але щоб і побутові споживачі мали можливість їх використовувати .

**Метою** дослідження є підвищення ефективності використання сонячної енергії шляхом розробки нової конструкції параболічного сонячного концентратора, а також вдосконалення методики розрахунку енергетичних характеристик сонячного концентратора.

**Об'єкт** дослідження – процес формування конструктивних параметрів ефективного концентратора сонячного випромінювання.

**Предмет** дослідження – конструкції концентраторів високої ефективності.

УДК 621.3.016.313

Галашин Б. - ст. гр. ЕЕсм-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ НА РОБОТУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П.С.

Halashyn B.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## **INFLUENCE OF VOLTAGE ASYMMETRY ON WORK OF ELECTRICAL EQUIPMENT**

Supervisor: Evtukh P.

Ключові слова: Несиметрія, втрати електроенергії

Keywords: Asymmetry, power losses

Несиметрія напруги в електричних мережах підприємств обумовлена наявністю потужних однофазних навантажень та трифазних, тривало працюючих в несиметричному режимі, споживачів. Також трифазна система напруги може бути несиметричною при живленні електромережі від тягової підстанції змінного струму.

При несиметрії напруги в трифазних мережах з'являються додаткові втрати в елементах електромереж, скорочується термін електрообладнання та знижуються економічні показники його роботи.

При несиметрії напруги в електричних машинах змінного струму виникають магнітні поля, що обертаються не лише з синхронною швидкістю у напрямку обертання ротора, але і з подвійною синхронною швидкістю в протилежному. В результаті цього виникає гальмівний електромагнітний момент, а також додатковий нагрів активних частин машини, головним чином ротора, за рахунок струмів подвійної частоти.

У АД при коефіцієнтах зворотної послідовності напруги  $K_{2U}$ , 0,05–0,06 зниження обертального моменту є досить малим, тому ним можна знехтувати. Проте вплив несиметрії на втрати в електродвигуні і, отже, нагрів та скорочення терміну служби ізоляції двигуна проявляються значно сильніше.

При роботі АД з номінальним обертальним моментом і коефіцієнтом зворотної послідовності напруги, що рівний 4 %, термін служби ізоляції його скорочується приблизно в 2 рази тільки за рахунок додаткового нагріву. Якщо напруга на одній з фаз значно перевищуватиме номінальне значення, скорочення терміну служби ізоляції буде ще більшим.

Несиметрія напруги не робить помітного впливу на роботу ПЛ і кабельних ліній; в той же час нагрів трансформаторів і, отже, скорочення терміну їх служби можуть виявитися істотними.

При несиметрії напруги, що складає 2%, термін служби асинхронних двигунів, зважаючи на додаткові втрати активної потужності, скорочується на 10,8%, трансформаторів – на 4%. При номінальному навантаженні трансформатора і коефіцієнті несиметрії струмів рівному 0,1 термін служби ізоляції трансформатора скорочується на 16%.

УДК 621.311

Горбатюк В. – ст. гр. ЕЕМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ НЕСИМЕТРІЇ СТРУМІВ НА ВЕЛИЧИНУ ВТРАТ В МЕРЕЖАХ 0,4-6(10) КВ**

Науковий керівник: к.т.н., старший викладач Сисак І.М.

V. Horbatiuk

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **INFLUENCE OF CURRENTS ASYMMETRY ON THE VALUE OF LOSSES 0,4-6 (10) KV**

Supervisor: Ph.D. I. Sysak

Ключові слова: несиметрія струмів, втрати

Keywords: currents asymmetry, losses

Актуальність роботи полягає в необхідності зменшення втрат електроенергії в процесі її виробництва і транспортування до споживачів, а також зумовлена постійним і майбутнім різким зростанням ціни на одиницю електроенергії. Реальний рівень втрат електроенергії в електричних мережах може сягати вище 50%. Електрична енергія є товаром, який продається і купується і ціна товару визначається показниками якості, які визначають відповідність напруги і частоти струму в мережі їх нормованим значенням.

Одним з факторів збільшення втрат в електричних мережах є несиметрія струмів в її елементах. Наприклад, несиметрія струмів призводить до збільшення втрат потужності в лініях і трансформаторах, перегрівання двигунів і зміни їх характеристик. При несиметрії струмів в двигунах виникає магнітне поле зворотної послідовності, яке обертається з зворотному напрямку відносно ротора і наводить в роторі змінний струм подвійної частоти. При цьому виникають додаткові втрати в обмотках і статорі ротора, двигун перегрівається, а його ізоляція швидко зноситься. При несиметрії струмів зменшується обертовий момент і підвищується інтенсивність вібрації двигуна. У несиметричних режимах збільшуються втрати потужності в лініях і трансформаторах. Для однофазних електроспоживачів несиметрія струмів призводить до різних відхилень напруги на їх виводах. Оскільки існуючі методи зменшення втрат електроенергії не забезпечують досягнення енергетичних показників, то необхідно розглянути нові методи зниження втрат електроенергії. Оскільки навантаження постійно змінюються в часі, системи розподілу електричної енергії являють собою дуже складні об'єкти. Особливістю розподільчих мереж являється неповнота отриманої вихідної інформації, оскільки неможливо проводити постійні виміри навантажень всіх елементів мережі. Ці виміри мають як закономірний, так і випадковий характер. Задача покращення характеристик систем електропостачання повинна враховувати фактичний стан навантаження її елементів з врахуванням випадкової зміни несиметрії. Також необхідно розглянути методи керування підключення і відключення навантажень для зменшення несиметрії в реальному часі.

УДК 621.33

Грещук Ю. - ст. гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П.С.

Hreshchuk Y.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## **IMPROVING THE QUALITY OF ELECTRICITY IN SYSTEMS OF TRACTION POWER SUPPLY**

Supervisor: Evtukh P.

Ключові слова: Тягова підстанція, компенсація реактивної енергії

Keywords: Traction substation, reactive power compensation

В наш час величезна увага приділяється питанням енергозбереження (економії електричної і теплової енергії) в усіх галузях народного господарства. Одним зі способів економії електроенергії в розподільчих мережах є зменшення втрат в них за допомогою зниження споживання реактивної потужності споживачами.

Реактивна потужність в установках змінного струму завантажує обмотки машин, трансформаторів, проводів ліній. В результаті збільшуються прогнозовані потужності відповідних пристроїв. Крім того реактивний струм, протікаючи по елементах системи енергопостачання, що має реактивний опір, викликає додаткову втрату напруги на затискачах споживача.

Найбільш поширеним способом зменшення реактивної потужності є її компенсація конденсаторними установками, що мають низьку питому вартість, малі втрати і дозволяють встановлювати їх в різних точках систем електропостачання. Окрім виконання функції компенсації реактивної потужності, компенсуючі установки сприяють поліпшенню показників якості електричної енергії (ПЯЕ), покращують режим напруги в тяговій мережі, знижують несиметрію струмів і напруги.

Установки поперечної ємнісної компенсації (КУ) в системі тягового електропостачання підключаються на тягових підстанціях і в тяговій мережі у постів секціонування. Їх завдання – підвищення рівня напруги, зниження несиметрії струму і напруги на тягових підстанціях і зниження вищих гармонійних, що сприятливо позначається на режимі роботи електротранспорту і тягових підстанцій.

Підвищення напруги в контактній мережі призводить до підвищення пропускної спроможності ділянок залізниці.

Симетрування напруги на тяговій підстанції покращує режим напруги на лініях автоблокування і електричної централізації, лініях «Два проводи - рейка», що живлять нетягових споживачів уздовж залізниці, полегшує роботу РПН (АРПН) трансформаторів і власних потреб підстанцій.

Таким чином, КУ вирішують важливі технологічні завдання системи тягового електропостачання. Одночасно, компенсуючи реактивну потужність тягового навантаження, КУ забезпечують нормалізацію режиму системи зовнішнього електропостачання.

УДК 621.311

Гульоватий В. – ст. гр. ЕЕМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖАХ 0,4 КВ ПРИ НОРМАЛЬНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ**

Науковий керівник: к.т.н., старший викладач Сисак І.М.

V. Gulyovatyu

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **REDUCE LOSSES IN THE ELECTRICITY NETWORK 0.4 KV IN NORMAL OPERATION**

Supervisor: Ph.D. I. Sysak

Ключові слова: втрати електроенергії, нормальний режим роботи

Keywords: power losses, normal operation

Сільські електричні мережі відрізняються великою протяжністю і передачею порівняно малої потужності. В зв'язку з цим, вартість електричних мереж на одиницю потужності в сільському господарстві вища в порівнянні з іншими галузями. Широкий розвиток електрифікації сільського господарства безперервно підвищує споживання електроенергії. Зростання навантаження в протяжних малопотужних мережах веде до появи більшої кількості проблем з якістю і втратами електроенергії.

В останній час проблема зниження втрат електроенергії в електричних мережах стала однією з основних задач забезпечення фінансової стабільності електропостачальних організацій. Причиною зростання втрат є погіршення рівня експлуатації електричних мереж, відміна обов'язкових вимог до компенсації споживаної реактивної потужності.

Зовнішні електричні мережі 0,4 кВ в районах з малоповерховими будовами виконують радіальними повітряними лініями, а вводи в будинки – однофазними. Часто до трифазних магістральних ліній приєднують однофазні і двохфазні відгалуження.

Різне навантаження окремих фаз мережі можна пояснити несиметричних навантаженням, нерівномірним приєднанням однофазних електроприймачів до мережі, наявність несиметричних навантажень мережі призводить до виникнення додаткових втрат напруги і потужності, зниженням пропускної здатності трансформаторів і ліній.

Втрати електроенергії в електричних мережах 0,4 кВ складають до 33%, а з врахуванням втрат в трансформаторах 10/0,4 кВ можуть перевищувати 50% загальних втрат в мережі.

Як показує практика виконання норм якості електроенергії в більшості випадків неможливо без компенсації реактивної потужності і симетрування навантажень електричних мереж. Пристрої регулювання напруги під навантаженням мережних трансформаторів допомагають вирішенню цієї задачі тільки в мережах з стабільним нединамічним навантаженням.

УДК 628.981

Гундерчук В. – ст. гр. ЕТ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТЛОДІОДІВ В ІМПУЛЬСНОМУ РЕЖИМІ

Науковий керівник: Липовецький М.М.

Hunderchuk V.O.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## STUDY OF LED LIGHT CHARACTERISTICS IN PULSED MODE

Supervisor: M.M. Lypovetskiy

Ключові слова: фотоприймач, світлодіод, широтно-імпульсне регулювання.

Keywords: photodetector, LED, pulse width of regulation.

Важливим напрямком технології штучного освітлення є використання напівпровідникових джерел світла та світлотехнічних пристроїв на їх основі. Основними перевагами використання таких приладів є незначне споживання електроенергії, тривалий термін роботи, невеликий розмір, висока надійність, здатність до регулювання світлотехнічних характеристик.

В деяких випадках використання світлодіодів потрібно регулювати їх світловий потік. Пристрої регулювання побудовані по принципу зміни величини струму живлення практично має наступні недоліки: зменшення світловіддачі при зменшенні напруги чи струму відносно номінальних значень, складність регулювання температури напівпровідникового джерела світла.

Оскільки світловий потік напівпровідникового джерела світла сильно залежить від температури р-п переходу, а температура р-п переходу залежить від струму через р-п перехід або напруги прикладеної до нього. Для більш точного регулювання потоку вимірювання потрібно слідкувати не тільки за напругою на світлодіоді чи струмом через нього, а і за температурою джерела світла.

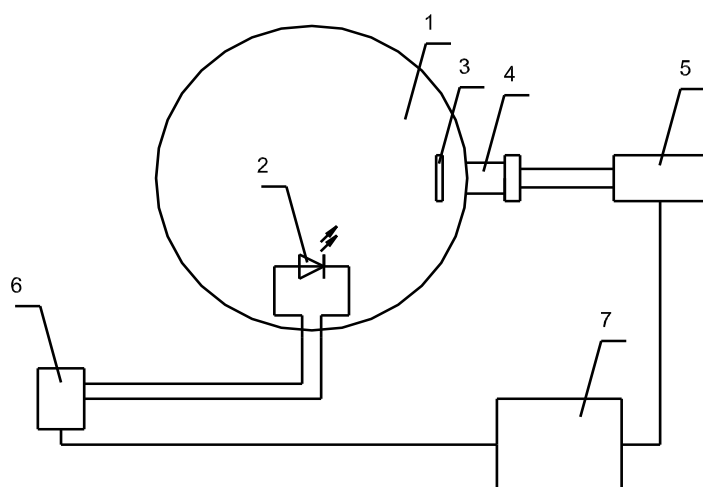


Рис. 1 Схема установки для дослідження світлодіодів в імпульсному режимі

Щоб стабілізувати температуру, а за одно і зменшити її вплив застосовують широтно-імпульсне регулювання світлового потоку. На СД подається імпульси напруги із регульованою тривалістю імпульсу. Величина напруги визначається таким чином, щоб діюче значення струму СД дорівнювало номінальному. Частота живлення вибирається в залежності від інерційності джерела світла.



Для дослідження світлових характеристик джерела світла було розроблено установку представлену на рисунку, що складається з фотометричної кулі 1, в якій розташований світлодіод 2 випромінювання якого через загороджувальний екран 3 потрапляє на фотопомножувач 4. Сигнал отриманий з нього через емітерний повторювач подається на цифровий осцилограф 5. Світлодіод отримує імпульси з генератора 6. Робота генератора і осцилографа керується ПК 7.

Однією з переваг фотопомножувачів є оптимальне відношення сигнал/шум, що дає можливість мінімізувати темновий струм. Також фотоприймачі даного типу дають можливість зменшити вплив зовнішніх полів, мають стабільне підсилення та високу чутливість. Для даної установки було обрано фотопомножувач ФСУ-85 характеристики якого наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Характеристики ФСУ-85

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Область максимальної спектральної чутливості                                      | 340-440 нм                           |
| Чутливість фотокатода   | $\geq 30$ мкА/лм                     |
| Спектральна чутливість фотокатода ( на довжині хвилі $410 \pm 10$ нм)             | $\geq 30$ мкА/лм                     |
| Анодна чутливість:<br>при $U_{жв}=900$ В<br>при $U_{жв}=1250$ В                   | 10 А/лм<br>100 А/лм                  |
| Темновий струм<br>при анодні чутливості 10 А/лм<br>при анодні чутливості 100 А/лм | $\leq 10^{-8}$ А<br>$\leq 10^{-7}$ А |
| Струм анода   | $\leq 50$ мкА                        |
| Напруга між анодом і фотокатодом  | $\leq 1,35$ кВ                       |
| Енергетичний еквівалент власних шумів   | $\leq 3$ кеВ                         |
| Робота  | $\geq 2000$ год                      |
| Критерій оцінки:<br>Анодна чутливість (при $U_{жв}=1350$ В)                       | 100 А/лм                             |

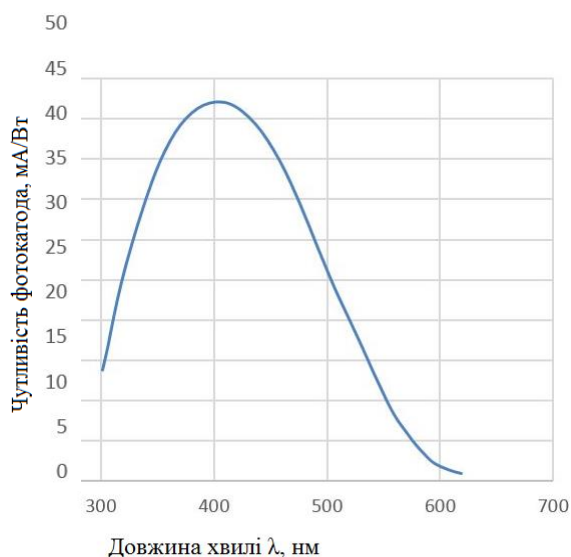


Рис. 2 Спектральна характеристика ФЭУ-85

На рисунку 2 приведена спектральні характеристики фотоприймача. Максимум чутливості фотопомножувача лежить у області 400 нм (фіолетова область), що є характерним для сурм'яно-цезієвого фотокатода (Sb-Cs).

Шляхом експериментальних досліджень підібрано робочу точку – напругу живлення, при якій досягається максимум відношення сигнал/шум.

В результаті проведення досліджень були одержані осцилограми фотострумів в залежності від тривалості імпульсу струму живлення світлодіода.

**Список використаних джерел:**

1. <http://www.kvadrotech.ru/catalog/p10.htm/>
2. Анисимова И.И., Глуховской Б.М., Фотоэлектронные умножители. М., Сов. радио, 1974.

УДК 621.3

Дячук О. – ст. гр. ЕМ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛА І ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ**

Науковий керівник: к.т.н. Івасечко Р. Р.

Diachuk O

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **HEAT RECOVERY AND ENERGY EFFICIENCY VENTILATION SYSTEMS**

Supervisor: Ph.D. Ivasechko R.

Ключові слова: вентиляція, теплова енергія, рекуператор тепла.

Keywords: ventilation, thermal energy, recuperator heat

Яким би не був будинок, він так чи інакше піддається забрудненню. Різні шкідливі речовини, надлишкове тепло і волога, здатні накопичуватися в приміщеннях, створюючи при цьому хвороботворну обстановку і поступово руйнуючи споруду.

Для вирішення таких важливих завдань застосовують вентиляцію будинку. З її допомогою реалізують якісний мікроклімат, приводячи до норми такі санітарні характеристики, як відносна вологість повітря, його температура і швидкість руху.

Вентиляція будівель є важливою і невід'ємною частиною забезпечення комфортної життєдіяльності людини. Без ефективних систем вентиляції громадських будівель і споруд виробничого призначення неможлива їх повноцінна експлуатація.

Серед інноваційних напрямів зараз велике поширення набуває децентралізована система вентилявання всього будинку. Подібна установка здатна забезпечити рівномірне і контрольоване повітряне середовище у всьому будинку. Така система зазвичай включає в себе кілька силових вентиляторів, спеціальні канали і трубопроводи, фільтри та арматуру.

Створити оптимальний мікроклімат в приміщеннях можна тільки за умови застосування раціональних вентиляційних систем на базі вискоелективних технічних засобів. Разом з тим відомо, що забезпечення необхідного мікроклімату є одним з найбільш енергоємних технологічних процесів.

Багато процесів в будинках відбуваються зі значним виділенням теплової енергії. У більшості випадків дане тепло є "зайвим" і віддаляється за допомогою вентиляції. Дана теплова енергія може бути повторно використана в житловій будівлі.

В умовах постійного ростуть цін на енергоносії, пошук шляхів енергозбереження є першочерговим завданням, вирішення якого дозволить забезпечити максимальну продуктивність при мінімальних витратах паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР).

Доцільно звернути увагу на економію тепла і у вентиляційній системі, котра забезпечується за допомогою [пристроїв рекуперації](#). Технологією утилізації енергії, найбільш підготовленою для практичної реалізації забезпечення комунально-побутових потреб населення, є застосування пристроїв рекуперації.

Найбільш ефективними рішеннями є установка систем рекуперації тепла витяжного повітря. Припливно-витяжні установки з рекуператорами спрямовані на те,

щоб у приміщенні завжди було свіже, чисте повітря і при цьому здійснювалося енергозбереження.

Таке обладнання може утримувати до 70% теплової енергії яка прагне вийти назовні і при цьому контролювати вологість повітря в системі.

Рекуператори – припливно-витяжні установки, в яких встановлений теплообмінник поверхневого типу, де теплообмін між повітрям з приміщення і повітрям з вулиці здійснюється безперервно через стінку, що розділяє їх, при цьому не змішуючись.

У сучасних системах вентиляції найчастіше використовують пластинчасті рекуператори, роторні рекуператори, водяні рециркуляційні рекуператори.

На основі аналізу існуючих видів рекуператорів, найкращим серед розглянутих видів є пластинчасті рекуператори, оскільки вони відрізняються простотою конструкції та обслуговування і дешевизною.

Для ефективнішої роботи такого рекуператора пропонується застосовувати комбіновану схему з двох послідовно з'єднаних пластинчастих рекуператорів та теплового насоса. Така схема дозволить підвищити ефективність утилізації тепла до 85% при незначному збільшенні капіталовкладень. До того ж при наявності автоматичної утилізації тепла, вони також вносять істотний вклад у зниження витрат на опалення. Якщо повітря, що видаляється з приміщення, має температуру 20–24<sup>0</sup>С а температура на вулиці - 0<sup>0</sup>С, то при проходженні припливного повітря через рекуператор його температура підвищується до +14–16<sup>0</sup>С. В результаті коефіцієнт ефективності складе близько 85%. Решта 5–7 °С припливного повітря догріває системою опалення або вбудованими нагрівачами системи вентиляції. Іншими словами, ми повертаємо в будинок те тепло, яке збираємо з усіх приміщень будинку.

Відносна дешевизна і істотний економічний ефект дають можливість проектам з рекуперацією тепла окупатися за 3-5 років

Використовуючи для підігріву припливного повітря тепло, що видаляється, можна тим самим, внести свій внесок у захист навколишнього середовища.

Рекуперація тепла стала основою актуальної сьогодні системи пасивного будинку, плюс до цього вона відіграє ключову роль у створенні ефективної системи повітряного опалення замського будинку

**Мета дослідження** полягає у визначенні існуючих методів утилізації тепла і визначенні найбільш енергоефективних систем вентиляції. **Об'єктом дослідження** є процес формування тарифної політики на ПЕР і розвиток енергозберігаючих систем вентиляції. **Предмет дослідження** – системи припливно-витяжної вентиляції з рекуператорами тепла

Розглянутими завданнями, методами і засобами рекуперації теплової енергії в системах вентиляції є істотне скорочення енергоспоживання, а також зниження навантаження на навколишнє середовище. Зростання цін на енергоносії стимулює зростання інтересу до рекуперації теплової енергії в проєктованих і реконструйованих системах вентиляції повітря.

У найближчому майбутньому утилізатори тепла залишаться основами в складі централізованих вентиляційних агрегатів. Рекуперативні теплообмінники представляють великий практичний інтерес як найбільш доступний засіб впровадження енергозберігаючих технологій при реконструкції існуючих систем вентиляції

Саме тому питання утилізації тепла є досить актуальним в умовах загострення енергетичної і екологічної кризи, його вирішення принесе значний внесок у енергозбереження, економію ПЕР і збереження навколишнього середовища.

УДК 621.311

Зелез І. – ст. гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЕНСУВАЛЬНИХ ПРИБОРІВ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., старший викладач Сисак І.М.

I. Zelez

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **INCREASE EFFICIENCY COMPENSATING DEVICES IN DISTRIBUTION NETWORKS TO ENSURE QUALITY POWER**

Supervisor: Ph.D. I. Sysak

Ключові слова: компенсуючий пристрій, розподільча мережа, якість електроенергії  
Keywords: compensating device, distribution network, power quality

Надійність і ефективність роботи електрообладнання залежить від якості електроенергії в розподільчих мережах. Науково-технічна проблема якості електроенергії в цілому досить широка і включає в себе дослідження джерел і видів завад в електричних мережах, вивчення способів і технічних заходів забезпечення якості електроенергії, розробку нормативних документів, які визначають допустимі рівні показників якості електроенергії, а також розробку засобів і методів вимірювання показників якості електричної енергії. В даному випадку розглядається питання забезпечення якості електроенергії безпосередньо в вузлах навантаження розподільчих мереж.

Одним із методів вирішення вказаної проблеми є застосування різноманітних схемних рішень і спеціальних технічних засобів. В даний час перевага віддається багатофункціональним пристроям, які забезпечують якість електроенергії одночасно по декількох параметрах.

За останні роки пристрої забезпечення якості електроенергії зайняли стабільне місце в виробництві ведучих закордонних електротехнічних компаній.

Теорія, розробка і застосування пристроїв забезпечення якості електроенергії і компенсації реактивної потужності в останні роки отримали значний розвиток в світі. Підвищення техніко-економічних вимог до подібних пристроїв, поява нових матеріалів, досягнення теорії автоматичного керування, а також різноманітні методи розрахунку і оптимізації, з використанням сучасних цифрових сигнальних процесорів приводять до нових аспектів проектування пристроїв забезпечення якості електроенергії і підвищення пропускної спроможності систем передачі електричної енергії.

Таким чином, проблема підвищення ефективності технічних засобів забезпечення якості електроенергії і розподільчих мережах потребує нових рішень по розробці пристроїв і принципів їх керування.

УДК 621.036

Котовська О. – ст. гр. ЕМ<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ДАХОВИХ КОТЕЛЕНЬ В БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Тарасенко М.Г

Kotovska O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **PROBLEMS USING ROOF HOUSES IN APARTMENT BUILDINGS AND METHODS TO SOLVE**

Supervisor: Ph.D., Prof. Tarasenko M.G.

Ключові слова: теплопостачання, дахова котельня, енергоефективність

Keywords: heat supply, roof boiler room, energy efficiency

Протягом останніх років все більшу актуальність набувають питання підвищення якості, надійності та економічності теплопостачання, що обумовлено змінами економічних умов та появою нових технічних можливостей.

Для вирішення цих завдань необхідні ретельний перегляд та корекція концепції вітчизняного теплопостачання. При розробці нової концепції необхідно в повній мірі використати позитивний досвід закордонних спеціалістів.

Основними споживачами теплової енергії в Україні є житлово-комунальний сектор (44 %), промисловість (35 %) та інші галузі економіки (близько 21 %).

Основними видами палива для ТЕЦ є: природний газ – 76÷80 %, мазут – 15÷18 % та вугілля – 5÷6 %. Для котелень основні види палива: газ – 67 %, тверде паливо (вугілля) – 31 %, рідке паливо – 1,5 %. У структурі собівартості теплової енергії близько 55 % становить вартість природного газу, 11÷15 % вартість електроенергії та 8 % – води.

За даними Держкомстату, на 01.04.2010 р., теплопостачання населених пунктів України забезпечують 8 250 підприємств усіх форм власності, на яких експлуатується 32 725 котелень сумарною потужністю 130 618,7 Гкал/год, загальна кількість встановлених котлів – 75 831 одиниць, з них 16 254 котлів (21,4 %) з терміном експлуатації більше 20 років. Протяжність теплових мереж у двотрубному обчисленні становить 34 625,5 км, з них старих та аварійних – 5 491,4 км.

Частка централізованого опалення у загальній структурі теплопостачання України складає близько 42 %, централізованою системою теплопостачання забезпечується близько 60 % загальної площі, гарячим водопостачанням – понад 40 % загальної площі житлового фонду України.

За останні роки виробництво теплової енергії зменшувалося у зв'язку із економічною кризою, погіршенням якості опалення та гарячого водопостачання, яке, особливо у літній період року, було практично відсутнім у більшості населених пунктів країни.

У сфері підприємств комунальної теплоенергетики близько 60 % котелень вже відпрацювали свій нормативний термін, а на 38 % котелень експлуатуються

малоефективні та застарілі котли з низьким коефіцієнтом корисної дії (ККД), що обумовлює значні втрати палива. Майже 40 % теплових пунктів перебувають у аварійному стані, що призводить до постійних перебоїв у гарячому водопостачанні та перевитрат паливно-енергетичних ресурсів. Теплові мережі в своїй більшості також мають значний ступінь зношення та не обладнані сучасними видами тепло гідроізоляції; 15,8 % від загальної протяжності мереж є аварійними.

Найбільші втрати природного газу, що використовується на виробництво теплової енергії в комунальній теплоенергетиці, припадають на споживання (до 30 %).

Суттєвою проблемою є також забезпечення засобами обліку кількісних і якісних характеристик теплової енергії безпосередньо у її споживача, а також на виході з генерації, виході з теплової мережі. Ще гіршою є ситуація з оснащенням опалюваних систем приладами регулювання, які б допомогли оптимізувати споживання теплової енергії в залежності від конкретної теплової ситуації безпосередньо у споживача.

Необхідно змінювати економічне середовище функціонування теплоенергетики, корегувати цінову і тарифну політику, щоб галузь могла самостійно накопичувати кошти і вчасно модернізуватись. Тарифи для населення на послуги тепlopостачання (відповідно до галузевої статистичної звітності) покривають на сьогодні у середньому тільки 62,9 % собівартості тепlopостачання.

Теплові потужності електростанцій протягом останніх років не нарощувались і основними джерелами теплоти в системах централізованого тепlopостачання є районні котельні, де газ використовується не найкращим способом, а теплові мережі на шляху від котельної до споживача втрачають до 15 % теплової енергії. У таких умовах газ доцільніше спалювати в місцях споживання теплоти, тобто в дахових, вбудованих і прибудинкових котельних.

Дахові котельні як один з варіантів організації автономного опалення в Україні застосовуються для забезпечення теплом і гарячою водою як промислових, так і адміністративних будівель, житлових будинків, і відрізняються цілим рядом переваг.

Проте при використанні дахових котелень є і недоліки, пов'язані з оплатою не повністю заселених будинків, а також великі заборгованості. Саме тому більшість фірм відмовляються вкладати свої кошти у розвиток такого варіанту опалення. А при вирішенні цих проблем можна буде залучати більше інвесторів та більш масово використовувати котельні блоки.

**Мета дослідження** полягає у визначенні проблем використання дахових котелень в багатоповерхових житлових будівлях і методів їх вирішення.

**Об'єктом дослідження** є процес формування тарифів на газ з точки зору економічної ефективності застосування населенням України дахових котелень.

**Предмет дослідження** – дахові котельні і тарифи на газ як взаємопов'язані елементи теплоенергетики ЖКХ.

Даховими котельними можуть обладнуватися будинки і споруди, що будуються (реконструюються) при відсутності практичної можливості або техніко-економічної недоцільності (підтвердженої відповідними розрахунками) використання централізованого тепlopостачання. Критерієм вибору системи тепlopостачання для конкретного об'єкту повинні служити економічні розрахунки або вимоги замовника із забезпечення надійного (безперебійного) тепlopостачання. Дахові котельні пристосовані для житлових, громадських і виробничих будівель та споруд.

Саме тому питання проблем використання дахових котелень є досить актуальним, і вирішення їх призвело б раціонального застосування такої системи опалення, зокрема в багатоповерхових житлових будинках.

УДК 621.326; 621.327

Кривокульська Н. – ст. гр. ЕСМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА В СИСТЕМАХ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

Науковий керівник: Поталіцин С.Ю.

Kryvokulska N.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF LIGHT SOURCES OF OUTDOOR LIGHTING

Supervisor: Potalitsyn S.

Ключові слова: зовнішнє освітлення, світлоточка.

Keywords: exterior lighting, luminous points.

**Постановка проблеми.** Зовнішнє освітлення є важливою складовою благоустрою населених пунктів країни. Воно дозволяє підвищити безпеку руху автомобільного транспорту, знизити рівень вандалізму та крадіжок, що в свою чергу призводить до зниження матеріальних та людських втрат. Тому важливість зовнішнього освітлення важко переоцінити.

Через недостатнє фінансування цієї підгалузі установки зовнішнього освітлення укомплектовані низько ефективними джерелами світла. Це призвело до збільшення енергозатрат та зниження світлотехнічних характеристик освітлення. Для підвищення енергетичної ефективності зовнішнього освітлення необхідно в освітлювальних системах встановити сучасні світлові прилади з енергозберігаючими джерелами світла. Тому оцінка енергетичної ефективності джерел світла в системах зовнішнього освітлення є актуальною проблемою.

**Результати дослідження.** В роботі проведено розрахунок енергетичної ефективності установок зовнішнього освітлення з ДРЛ, ДНаТ, КЛЛ та ЛР при експлуатації їх протягом одного року. При цьому потужність ДС підбиралася таким чином, щоб забезпечити необхідний рівень освітлення для категорій доріг групи В. Вхідні дані для розрахунку наведено в табл. 1.

**Таблиця 1**  
Вхідні данні для розрахунку

| Тип лампи | Потужність $P_L$ , Вт | Світловий потік, лм | Термін експлуатації, год. | Світлова віддача $H_{ДС}$ , лм/Вт |
|-----------|-----------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| ЛР        | 150                   | 2180                | 1000                      | 14,5                              |
| ДРЛ       | 80                    | 3800                | 14000                     | 47,5                              |
| ДНаТ      | 50                    | 3700                | 18000                     | 74                                |
| КЛЛ       | 40                    | 2400                | 10000                     | 60                                |

При розрахунку вважали, що середній час горіння вуличного освітлення за рік дорівнює  $T = 2920$  годин. Витрачена електрична енергія за цей період при експлуатації кожного із джерел світла визначалася згідно з формулою:

$$W = P_{\text{сум}} \cdot T,$$

де  $P_{\text{сум}}$  — потужність лампи в робочому режимі, що розраховувалася за формулою

$$P_{\text{сум}} = P_l \cdot k,$$

де  $k$  — коефіцієнт, що враховує втрати енергії в баласті джерела світла (для ламп ДНаТ і ДРЛ  $k = 1,2$ ).

Враховуючи тариф на електроенергію, що відпускається на зовнішнє освітлення  $T_{30} = 25 \text{ коп} / \text{кВт} \cdot \text{год}$  (вибраний середній тариф на електроенергію із даних по кількох областях України) розраховано вартість спожитої електроенергії кожного із досліджуваних джерел світла за період в один рік згідно з формулою

$$C = W \cdot T_{30} \cdot n,$$

де  $n$  — кількість джерел світла ( $n = 1000$ ).

Результати розрахунку наведено в табл.2.

**Таблиця 2**

Енергетична ефективність установок зовнішнього освітлення з ДРЛ, ДНаТ, КЛЛ та ЛР

| Тип лампи | Обсяг спожитої електричної енергії одним ДС $W$ , кВт/год. | Вартість спожитої електричної енергії $C$ , тис. грн. |
|-----------|--|---|
| ЛР        | 438,0  | 109,5   |
| ДРЛ       | 280,3  | 70,1  |
| ДНаТ      | 175,2  | 43,8  |
| КЛЛ       | 116,8  | 29,2  |

**Висновки.** Проведено розрахунок витрат на електричну енергію для кожного із досліджуваних джерел світла. Перевагою КЛЛ над іншими лампами є найнижчі енергетичні та експлуатаційні витрати за рахунок вбудованого ЕПРА в цоколь лампи.



УДК 621.314.213.08

Кушнірук С. – ст. гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО РЕКУПЕРАТИВНОГО АМОРТИЗАТОРА

Науковий керівник: к.т.н., Оробчук Б. Я.

Serhiy Kushniruk

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## DEVELOPING MATHEMATICAL MODEL OF ELECTROMAGNETIC RECUPERATIVE SHOCK ABSORBER

Supervisor: Bogdan Orobchuk

Ключові слова: електромагнітний амортизатор, електрична енергія, енергозбереження.  
Keywords: electromagnetic shock absorber, electrical energy, energy saving.

В даній науковій роботі запропоновано новий спосіб економії палива. Під час руху автомобіля на нерівній дорозі підвіска автомобіля суттєво коливається. Амортизаційна система гасить ці коливання, розсіюючи їх енергію у пружині та амортизаторі. Енергію, що розсіюється, можна перетворити в електричну за допомогою електромагнітного амортизатора. Структурна схема роботи амортизатора представлена на рис. 1.

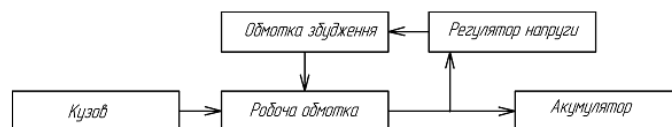


Рисунок 1 - Структурна схема роботи амортизатора

Обмотка збудження створює індукцію, яка пронизує витки робочої обмотки та сердечника. За рахунок коливань штока з'являється змінний магнітний потік, що породжує електрорушійну силу і струм в робочій обмотці. На рис. 2 представлено принципову електричну схему амортизатора:  $L1$  - обмотка збудження;  $L2$  - робоча обмотка;  $VT$  - діод, що забезпечує роботу амортизатора тільки на розтяг;  $PH$  - регулятор напруги обмотки збудження;  $PЗС$  - реле зворотного струму, запобігає розряджанню акумулятора, коли напруга робочої обмотки стає меншою від напруги акумулятора;  $R$  - реостат призначений для регулювання струму.

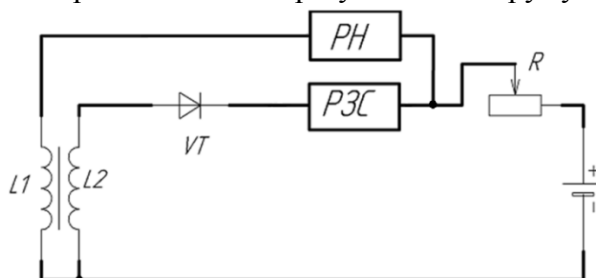


Рисунок 2 - Принципова електрична схема роботи амортизатора

УДК: 621.317.78

Малюга. А. - ст. гр. ЕТ-41

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

## **ПРИЛАДИ ВИМІРЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ТА ЕНЕРГІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ**

Науковий керівник: асистент Наконечний М.

Maluga A.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **MEASURING DEVICES THE POWER AND ENERGY OF ELECTRIC CURRENT**

Supervisor: Nakonechniy M.

Ключові слова: електроенергія, електричний лічильник.

Keywords: electricity, electric meter.

Питання раціонального використання електроенергії набувають все більш важливого значення. Найважливішою умовою вирішення цих питань є організація доступної та якісної системи обліку споживаної електричної енергії. Метою обліку є: розрахунок за електроенергію з енергопостачальною організацією, контроль витрати активної електроенергії на об'єктах, визначення кількості реактивної потужності отриманої споживачем від електропостачальної організації або її передача, складання електробалансу по підприємству в цілому, а також по найбільш енергоємним агрегатам, цехам і групам споживачів.

Для вимірювання активної електричної енергії, що витрачається в колах однофазного струму, застосовуються електричні лічильники індукційної системи. Лічильники активної енергії випускають класів точності 0,5; 1,0; 2,0; 2,5; лічильники реактивної енергії - 1,5; 2 і 3. Для точних вимірювань потужності постійного і змінного струму на промислової і підвищеній частоті (до 5000 Гц) випускають електродинамічні ватметри у вигляді переносних приладів класів точності 0,1-0,5. Вимірювання потужності у виробничих умовах в колах змінного струму промислової або більш високих частот (400, 500 Гц) застосовують щитові феродинамічні ватметри класів точності 1,5-2,5.

Для вимірювань потужності на високих частотах застосовують термоелектричні та електронні ватметри. При вимірах малих потужностей на надвисоких частотах можливе використання електрометрів. Для вимірювання потужності змінного струму іноді застосовують електронний осцилограф, зокрема для визначення потужності втрат на гістерезис в феромагнітних матеріалах. При цьому площа петлі гістерезису пропорційна потужності втрат. Вимірювання енергії постійного струму здійснюють за допомогою лічильників постійного струму.

УДК 536.2

Маняка Р. – ст. гр. ЕМмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛООБМІННОГО ОБЛАДНАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Зінь М.М.

Maniaka R.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ENERGY EFFICIENCY INCREASING HEAT OF EXCHANGERS**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Zin M.M.

Ключові слова: теплообмін, водоповітряний теплообмінник, кожухотрубний теплообмінник, енергоефективність

Keywords: heat exchange, water-air heat exchanger, shell and tube heat exchanger, energy efficiency

Правильний вибір теплообмінників і їх теплообмінних поверхонь, проблема розробки ефективних теплообмінних апаратів, проблема енергозбереження в системі централізованого та децентралізованого теплопостачання споживачів є виключно важливим і актуальним завданням.

Одним із шляхів вирішення проблеми енергозбереження є забезпечення надійної та ефективної роботи теплообмінного обладнання як централізованої, так і децентралізованої системи теплопостачання за рахунок впровадження на ТЕЦ і теплових пунктах удосконалених методів проектування та дослідження ефективності теплообмінних апаратів системи теплопостачання.

Теплообмін є ключовим технологічним процесом в будь-якій енергетичній промисловості. У його основі лежить процес теплопередачі через стінку, що розділяє потоки. Незважаючи на елементарність тих процедур, що відбуваються всередині теплообмінника, він вважається складним обладнанням, яке може функціонувати за трьома, абсолютно різними принципами: за допомогою конвекції, теплового випромінювання і теплопровідності. При цьому кожне фізичне явище досить рідко працює самостійно. У багатьох пристроях вони поєднуються і здійснюють той чи інший вплив на ефективність теплообмінних процесів. В системах теплопостачання використовуються кожухотрубні секційні, пластинчасті теплообмінні апарати та опалювальні котли.

Метою цієї роботи є дослідження режимів роботи та оцінка ефективності різних теплообмінних апаратів. В роботі аналізуються конструкції, характеристики кожухотрубних та водоповітряних теплообмінних апаратів для систем теплопостачання. Проведені дослідження методів проектування теплообмінних апаратів та показаний принцип їх роботи.

У ході проведених досліджень були знайдені поверхні теплообмінних апаратів, конструктивні характеристики, визначені втрати тиску теплоносіїв та вибраний оптимальний з точки зору ефективності теплообмінник, що задовольняє поставленим умовам.

УДК 628.931

Мартинович Ю. – ст. гр. ЕСм – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДИНАМІЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ ОФІСНИХ ПРИМІЩЕНЬ**

Науковий керівник: к.т.н., доц. Костик Л. М.

Martynovych Yu.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DYNAMIC ILLUMINATION IN OFFICES**

Supervisor: Kostyk L.

Ключові слова: динамічне освітлення, освітлювальна установка.

Keywords: dynamic illumination, lighting installation

Світлове середовище виробничого приміщення необхідно розглядати в контексті його впливу на функціональний стан організму людини. Для підвищення ефективності внутрішнього штучного освітлення доцільно розробити обґрунтований гігієнічно оптимальний режим освітлення, що сприятиме збереженню працездатності й профілактиці порушення здоров'я працівників, а також економії електроенергії. Вирішення поставленого завдання можна досягти за допомогою динамічного штучного освітлення, тобто освітлення, кількісні та якісні характеристики якого цілеспрямовано змінюються в часі за певною програмою. Важливі завдання, які можна розв'язати динамічною організацією світла у виробничому приміщенні, наступні: економія електроенергії, різноманіття й зміна зорових вражень в умовах тривалого перебування людини в приміщеннях із недостатнім або відсутнім природним освітленням, керування психофізіологічним станом організму людини через зміну рівня й спектра освітленості.

Метою нашого дослідження є підвищення ефективності внутрішнього штучного освітлення за рахунок використання динамічного освітлення з врахуванням функціонального стану організму людини. Досягти мети можна за допомогою певного ряду завдань: проведення аналізу динаміки зорової працездатності працівників протягом робочого дня; дослідження і аналіз впливу різних режимів внутрішнього штучного освітлення на стан серцево-судинної системи, зорової працездатності і втоми працівників під час виконання високоточної зорової роботи (II–III розряд зорової роботи) з різною орієнтацією робочої поверхні; обґрунтування і розробка режиму динамічного внутрішнього штучного освітлення приміщення.

При проектуванні освітлювальної установки приміщення необхідно розробити режим динамічного внутрішнього штучного освітлення при відсутності природного освітлення з врахуванням функціонального стану організму людини, що забезпечив би збереження працездатності працівників протягом робочого дня. Режим динамічного освітлення, згідно з яким рівень освітленості змінюється за 10–15 хвилин до настання моменту стомлення, а спектральний склад змінюється протягом робочого дня від денного до холодно-білого відтінку, дозволяє підвищити рівень працездатності й точності виконання завдання у середньому на 5–6%. Даний режим освітлення сприяє підвищенню ефективності внутрішнього штучного освітлення виробничих приміщень за рахунок економії електроенергії у середньому на 15%.

Протягом робочого дня організм людини фізіологічно перебуває у різних станах. Умовно робочий день можна розділити на чотири періоди. У першому періоді (ранковому) доцільно використовувати холодне світло максимальної інтенсивності, яке підвищує енергію працівників, стимулює їх інтелектуальну та фізичну діяльність. У другому періоді (обідня перерва) рівень освітленості зменшується, а світло стає теплішим. Після обіду люди, як правило, відчувають сонливість, тому необхідно збільшити рівень освітленості і додати вплив холодного світла. Перед завершенням робочого дня рівень освітленості можна зменшувати, відтінок світла може бути як теплим (розслаблюючим), так і холодним (активізуючим).

Найчастіше для офісного освітлення використовують світильники з люмінесцентними лампами. Вони забезпечують необхідний рівень освітленості, проте колір випромінювання залишається постійним. Останнім часом в офісних приміщеннях почали використовувати світлові прилади на основі світлодіодів, які не тільки дозволяють забезпечити нормативні дані по освітленості, а й успішно використовуються в системах динамічного освітлення.

Нами запропоновано два варіанти освітлення офісу: за допомогою люмінесцентних та світлодіодних світильників. Для забезпечення динамічності освітлення запропоновано наступні схеми регулювання світлового потоку для різних типів освітлювальних установок.

Регулювання світлового потоку світлодіодних світильників доцільно здійснювати за допомогою широтно-імпульсної модуляції. На лампу подається постійна напруга із регульованою тривалістю імпульсу. Величина напруги визначається таким чином, щоб амплітуда струму лампи була рівна номінальному струмові. При такому регулюванні світлодіодна лампа під час проходження імпульсу знаходиться в номінальному режимі. Частота живлення вибирається так, щоб пульсації світлового потоку були мінімальні. Керування світлового потоку проводиться зміною тривалості імпульсу живлення при сталій частоті живлення. Амплітуда імпульсу визначається номінальною напругою живлення напівпровідникових джерел живлення.

Крім того, можна запропонувати модернізувати даний світловий прилад, використавши у ньому різні типи світлодіодів (холодного і теплого свічення), ввімкнених у різні ланцюги живлення. Тоді отримувати необхідний світловий потік можна буде, керуючи включенням окремих ланцюгів (по черзі чи одночасно).

При використанні люмінесцентних світильників регулювання рівня освітленості запропоновано здійснювати за допомогою методу ступінчастого регулювання – включення-відключення частини випромінювачів. Для цього ми пропонуємо у кожному чотириламповому світильнику використати по дві лампи холодного і теплого свічення, ввімкнених в окремі ланцюги живлення. Для забезпечення освітлення максимальної інтенсивності (періоди 1 і 3) будемо використовувати змішане випромінювання всіх чотирьох ламп. Для періоду 2 – тільки лампи теплого свічення, для періоду 4 – окремо лампи теплого або лампи холодного свічення (залежно від поставленого виробничого завдання завдання).

### **Література**

1. Фомин А.Г. Системы автоматизированного управления освещением общественных зданий // Энергосбережение в освещении. Под ред. Проф. Ю.Б. Айзенберга. М.: Знак, 1999, 264 с.: ил.
2. Говоров Ф.П. Динамическая система освещения на основе светодиодных источников света // Світлолюкс. – 2011. – №6.

УДК 621.31

Мартинюк М. – ст. гр. ЕЕМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗНИЖУВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Буняк О. А.

Maksym Martynyuk

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **OPTIMISATION OF REGIME'S PARAMETERS REDUCING TRANSFORMERS IN LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORKS**

Supervisor: Ph.D Oleh Buniak

Ключові слова: трансформатор, розподільчі мережі.

Keywords: transformer, distribution networks.

Постійне зростання вартості електроенергії вимагає зменшення втрат в процесі її розподілу. Протягом останніх 20-років сумарні технічні втрати в мережах енергосистем і споживачів складають більше 13 %. З цих втрат приблизно 9% від переданої електроенергії припадають на мережі високих напруг. У мережах низьких напруг величина фактичних втрат невідома.

Методи досліджень в розподільчих мережах низької напруги базуються на теорії розрахунку. Одним з основних методів є регулювання напруги на розподільчих підстанціях та забезпечення допустимих відхилень напруги на електроспоживачах, що дозволяє одночасно знизити втрати електроенергії в мережах. Можливості такого зниження збільшуються при наявності на підстанціях всіх мереж трансформаторів з регулюванням напруги під навантаженням. У цьому випадку допустимі відхилення напруги на електроприймачах забезпечуються цими трансформаторами. Регулювання напруги в мережі здійснюють таким чином, щоб значення напруги було на номінальному рівні не залежно від максимуму чи мінімуму навантаження. Наприклад, відключення одного з  $n$  однотипних трансформаторів доцільно, якщо навантаження підстанцій набагато менше номінального:

$$P = P_{ном.} \sqrt{\frac{n(n-1) \cdot \Delta P_{x.x}}{\Delta P_{к.з.}}}$$

де  $P_{ном.}$  - номінальна потужність одного трансформатора;  $\Delta P_{x.x}$  і  $\Delta P_{к.з.}$  - втрати холостого ходу та короткого замикання.

Тому, доцільним є дослідження та розробка способів економії електроенергії в розподільчих мережах низьких напруг, тобто оптимізація режимних параметрів мережі, а також розробка технічних рішень, що забезпечують реалізацію запропонованих способів.

УДК 628.94

Михайлишин Л. – ст. гр. ЕСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)*

## **ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ НА БАЗІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА**

Науковий керівник: д.т.н проф. Андрійчук В.А.

Mykhailyshyn L.

*Ternopil Ivan Puluji National Technical University*

## **DEFINITION OF LIGHTING DEVICES BASED ON LED EFFICIENCY**

Supervisor: Andriyчук V.A.,

Ключові слова: світловий прилад, напівпровідникове джерело світла, ефективність.

Keywords: light device, LED, effectiveness.

Коефіцієнт корисної дії ( $\eta$ ) приладу – це відношення ефективної потужності до затраченої. Для напівпровідникових джерел світла ефективною потужністю можна вважати потужність світлового випромінювання, тобто світловий потік ( $\Phi$ ). А затрачена потужність це споживана електрична потужність ( $P$ ).

$$\eta = \frac{\Phi}{P}$$

Для світлових приладів, весь світловий потік яких може бути корисно використаний, ККД характеризується відношенням всього потоку світлового приладу до потоку джерела світла. Для напівпровідникових джерел світла ККД можна розкласти на наступні складові: коефіцієнт корисної дії оптичної системи яка включає в себе відбиваючі та пропускаючі елементи, коефіцієнт зовнішнього виходу фотонів із середовища, безпосередньо внутрішній квантовий вихід р-п переходу та коефіцієнт корисної дії електронного ПРА..

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4$$

де  $\eta_1$  – коефіцієнт корисної дії оптичної системи СП (це відношення світлового потоку що випромінюється світловим приладом, до потоку напівпровідникового джерела світла),  $\eta_2$  – коефіцієнт зовнішнього виходу фотонів (відношення кількості квантів які вийшли із лінзової системи до кількості квантів генерованих світла),  $\eta_3$  – внутрішній квантовий вихід інжекційної люмінесценції (відношення кількості квантів світла до кількості інжекттованих електронно-діркових пар).  $\eta_4$  – коефіцієнт корисної дії електронного драйвера.

Основним енергетичним параметром, що характеризує ефективність перетворення електроенергії в світлову, є внутрішній квантовий вихід, що являє собою відношення числа фотонів до числа інжекттованих електронів. Величина квантового виходу безпосередньо залежить від якості світлодіодних матеріалів. Нині в сфері удосконалення нанотехнологій проводяться роботи по удосконаленню процесів вирощування високоякісних р-п гетероструктур на основі InGaN/AlGaIn/CaN з мінімально можливою щільністю дислокацій і багаточисельними квантовими ямами, що необхідно для отримання близько до 100% внутрішнього квантового виходу з СД.

Паралельно створюються люмінофори з розміром кристалітів порядку 3 нм для більш ефективного перетворення синього випромінювання в білих СД.

На рисунку 1 наведені характеристики залежності зовнішнього квантового виходу світлодіодів від величини струму для трьох типів світлодіодів. Приведені значення напруги при якій спостерігається максимум коефіцієнта квантового виходу, а

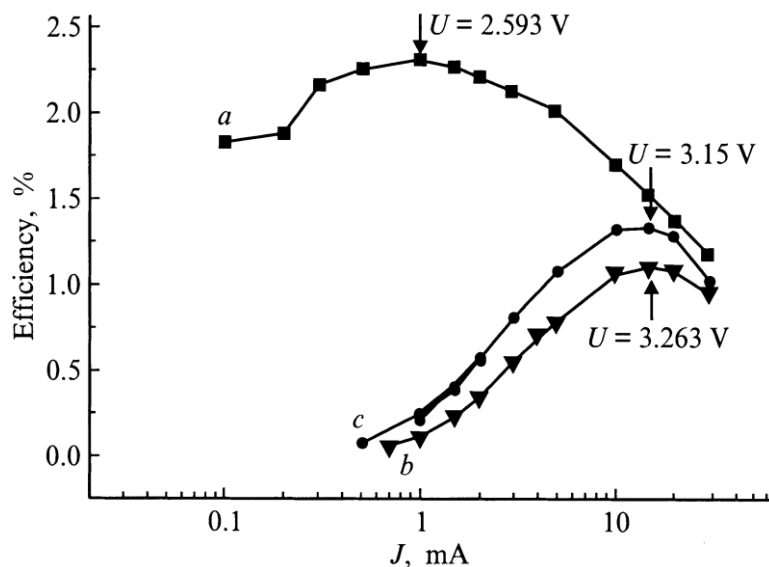


Рис. 1 Залежність ККД квантового виходу від величини струму для трьох

білі, проходячи через жовтий люмінофор (це р-LED СД). Інший спосіб – це коли біле світло отримують за рахунок змішування випромінювання синього, зеленого та червоного кристалів (це RGB-LED СД). Основним енергетичним параметром, що характеризує ефективність перетворення електроенергії в світлову, є внутрішній квантовий вихід, що являє собою відношення числа фотонів до числа інжектованих електронів. Величина квантового виходу безпосередньо залежить від якості світлодіодних матеріалів. Нині в сфері удосконалення нанотехнологій проводяться роботи по удосконаленню процесів вирощування високоякісних р-п гетероструктур на основі InGaN/AlGaIn/CaN з мінімально можливою щільністю дислокацій і багаточисельними квантовими ямами, що необхідно для отримання близько до 100% внутрішнього квантового виходу з СД. Паралельно створюються люмінофори з розміром кристалітів порядку 3 нм для більш ефективного перетворення синього випромінювання в білих СД.

Зовнішній квантовий вихід випромінювання синіх СД досягає 63%, а світлова віддача білих – 150 лм/Вт.

### Література

1. Справочная книга по светотехнике под редакцией Айзенберга Ю.Б. . - М. Знак, 2006.- 951с.
2. Вон Кук Сан. О светодиодных модулях «ACRICHЕ» // Светотехника. – 2007 – № 6 – С. 54 – 56.
3. Лебедев А. И. Физика полупроводниковых приборов. - М.: Физматлит, 2007.-420 с. Туннельные эффекты в светодиодах на основе гетероструктур InGaIn/AlGaIn/GaN с квантовыми ямами / В.Е. Кудряшов, К. Г. Золина, А.Н. Ковалев, Ф.И. Маняхин, А.Н. Туркин, А.Э. Юнович // ФТП. 1997. Т. 31, № 11. С. 1304-1309.



УДК 621.311.26

Оуаттара Д. - ст. гр. ЕЕМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ КЛІМАТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СХЕМ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ АВТОНОМНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Решетник В.Я.

Quattara D.M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **INFLUENCE OF CLIMATE ON EFFICIENCY OF ELECTRICITY SUPPLY SCHEMES FOR AUTONOMOUS OBJECTS**

Supervisor: Reshetnyk V.

Ключові слова: Автономне електропостачання

Keywords: Autonomous electricity supply

Автономне енергопостачання споживачів малої і середньої потужності може бути організоване за рахунок використання потенціалу поновлюваних джерел енергії, особливо в тих регіонах, де їх потенціал великий. Африканський континент має значний потенціал сонячної енергії, який необхідно використати для енергопостачання нових споживачів.

При розробці схем енергопостачання необхідно враховувати сезонну і добову нерівномірність поширення сонячної енергії для різних регіонів Африканського континенту. Тому на стадії проектування будь якої електричної станції, що працює на відновлюваних джерелах енергії, необхідно проаналізувати забезпеченість даними ресурсами типового регіону впродовж року. Проаналізуємо забезпеченість такими ресурсами міста Абіджан республіки Кот-д'Івуар.

Аналіз отриманих даних дозволяє з'ясувати, що починаючи з квітня і до кінця листопада, в порівнянні з іншими місяцями, спостерігається період найменшого сонячного випромінювання, близько 4 кВт.ч/м<sup>2</sup> доба. Ці факти пояснюються тим, що впродовж цього періоду триває сезон дощів з частими опадами і грозами. З грудня по березень триває сухий сезон, але йому характерний "Harmattan" – це сухий і заповнений вітер, він не пропускає частину сонячного випромінювання.

Використовуючи дані про середню тривалість світлового дня впродовж року в місті Абіджан можна зробити висновок, що впродовж половини доби світить сонце, причому незалежно від сезону. Це дозволяє гарантовано виробляти електроенергію впродовж дня, а також запасти надлишок електроенергії і використовувати його в темний час доби.

Також за результатами дослідження впливу географічних факторів на вибір схеми енергопостачання типового споживача на основі електрохімічних накопичувачів показано, що накопичення надлишку енергії в акумуляторних батареях доцільне для споживачів, розташованих близько до екватора, хоча для регіонів Північної та Південної Африки прийнятнішою є схема водневої акумуляції енергії.

УДК 621.3

Репета Х. – ст. гр. ЕМ<sub>м</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ КОНЦЕНТРАТОРІВ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н. Івасечко Р. Р.

Репета К.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ENERGY EFFICIENCY USING COMBINED CONCENTRATORS OF SOLAR RADIATION**

Supervisor: Ph.D. Ivasechko R.

Ключові слова: сонячна енергія, концентратор сонячного випромінювання

Keywords: solar energy, concentrators of solar radiation

Сонячна енергетика – це безпосереднє використання сонячного випромінювання для отримання енергії в будь-якому вигляді. Сонячна енергетика використовує поновлюване джерело енергії і є екологічно чистою, тобто не виробляє шкідливих відходів.

Переваги сонячної енергетики:

- загальнодоступність і невичерпність джерела;
- ефективно використовується як пряме так і розсіяне сонячне випромінювання;
- початкові затрати на сонячну установку значно менші, ніж приєднання віддаленого населеного пункту до системи тепlopостачання або електропостачання, а експлуатаційні затрати з урахуванням терміну служби виявляються нижчими ніж у дизельних електростанціях;
- матеріали сонячних установок виконують роль вишуканого будівельного матеріалу, що покращують архітектуру будівель, забезпечують їх водозахист, звукоізоляцію і теплозахист.

В цілому територія України відноситься до зон із середньою інтенсивністю сонячної радіації. Середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні 1235 кВт·год/м<sup>2</sup>. Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що надходить на 1 м<sup>2</sup> поверхні, на території України знаходиться в межах: від 4200 МДж/м<sup>2</sup> у північній частині України і до 5200 МДж/м<sup>2</sup> в АР Крим.

Якщо підрахувати сумарну сонячну радіацію, то одержимо такий результат: сонячна енергія, що реально надходить за три дні на територію України, перевищує річне споживання електроенергії в нашій країні.

В реальних умовах величина густини прямої та дифузійної, сонячної радіації залежить від широти місцевості, прозорості атмосфери, характеристик земної поверхні, а також від часу доби та пори року. Тому величина річного потрапляння сонячної радіації на 1 м<sup>2</sup> поверхні землі суттєво варіюється для різних регіонів України та має статичний характер розподілу.

Сонячна радіація може бути перетворена в корисну енергію, використовуючи так звані активні і пасивні сонячні системи. Пасивні системи виходять за допомогою

проекування будівель і підбору будівельних матеріалів таким чином, щоб максимально використовувати енергію сонця. До активних сонячних систем відносяться сонячні колектори, фотоелектричні системи.

Існуючі типи сонячних установок, що виробляються промисловістю, зводяться, в основному, до виробництва різних конструкцій плоских теплових колекторів і плоских монокремнієвих модулів. Головним завданням вчених на даний момент є необхідність так удосконалити наявні технології, щоб якомога більше збільшити їх коефіцієнт корисної дії.

Оскільки застосування установок обмежене невисокою щільністю потоку сонячного випромінювання, підвищення ефективності використання сонячних установок можливе за рахунок комбінування абсорбера сонячного колектора і фотоелектричної батареї.

Монокремнієві сонячні елементи мають плоску конструкцію, їх ККД складає 18...22 % при коефіцієнті поглинання до 95 %. При перетворенні сонячного випромінювання 80 % енергії йде, в основному, на тепловий нагрів елементів, що тільки погіршує їх якісну роботу. Розташували сонячні елементи поверх теплового абсорбера геліоколектора, при ефективному теплообміні створюється можливість для збільшення коефіцієнту перетворення (КП) всієї установки.

Відведення тепла теплоносієм, що циркулює по контуру геліосистеми, перешкоджає перегріву фотоперетворювачів і, відповідно, підвищує сумарне вироблення електричної енергії. Високий коефіцієнт поглинання сонячних елементів дає можливість до 80 % сонячного випромінювання використовувати на нагрівання приймальної поверхні теплового абсорбера.

Основне функціональне призначення будь-якої концентрувальної системи сонячного випромінювання – підвищення густини потоку сонячного випромінювання до рівня, який забезпечує його ефективне й економічне перетворення в енергію необхідного виду.

Сконцентрована сонячна енергія подається на різні приймачі поглиначі для використання. Для ефективнішого використання концентратів протягом усього світлового дня їх оснащують системами керування за двома координатами для стеження за Сонцем.

За допомогою низькотемпературних концентраторів і фокуруючих колекторів можна забезпечити гаряче водопостачання та опалення житлових будинків, тепло для технологічних процесів на підприємствах, ефективне сушіння матеріалів.

Отже, з огляду на ціну та ефективність установок для перетворення сонячної енергії, пропонується використовувати комбінований концентратор сонячного випромінювання з параболоїдним дзеркалом, фотоелементами та сонячним колектором, який перетворює отриману енергію одночасно в електричну та теплову,

**Метою дослідження** є підвищення ефективності використання сонячної енергії шляхом розробки нової конструкції параболічного сонячного концентратора, а також вдосконалення методики розрахунку енергетичних характеристик сонячного концентратора.

**Об'єкт дослідження** – процес формування конструктивних параметрів ефективного концентратора сонячного випромінювання.

**Предмет дослідження** – конструкції концентраторів високої ефективності.

Тема є актуальною, тому що спрямована на підвищення ефективності використання сонячного випромінювання шляхом дослідження і розробки нової конструкції концентратора. Конструкція концентратора дозволяє суттєво підвищити температуру теплоносія, що нагрівається.

УДК 535.247.4

Ртіщев П. – ст. гр. ЕС<sub>М</sub> – 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ФОТОКАМЕР ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КОЛІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТНИХ ОБ'ЄКТІВ**

Науковий керівник: к.т.н. Осадца Я.М.

Rtishchev P.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **USING DIGITAL CAMERAS FOR MEASURING THE COLOR CHARACTERISTICS OF LUMINOUS OBJECTS**

Supervisor: Osadtca Ya. M.

Ключові слова: матриця, координати кольору.

Keywords: matrix, color coordinates.

З допомогою цифрової фотокамери кольорове зображення поверхні світного об'єкта формується комбінацією декількох монохроматичних зображень. В більшості випадків це зображення формується в системі кольорів RGB, де базовими кольорами є червоний, зелений та синій. Проте використання системи RGB викликає певні незручності при визначенні колірності світних об'єктів. Тому доцільніше використовувати колориметричну систему XYZ.

Перехід із системи RGB до стандартної колориметричної системи XYZ здійснюється шляхом множення матриці кольорів RGB на матрицю переходу  $M$ :

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = M \cdot \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}. \quad (1)$$

В системі XYZ координата  $Y$  визначає яскравість зображення.

Для використовуваних в камерах стандартів зображень sRGB та Adobe RGB матриці переходу мають вигляд:

$$M_{sRGB} = \begin{pmatrix} 0,412 & 0,358 & 0,180 \\ 0,213 & 0,715 & 0,072 \\ 0,019 & 0,119 & 0,950 \end{pmatrix}, \quad M_{Adobe} = \begin{pmatrix} 0,577 & 0,186 & 0,188 \\ 0,297 & 0,627 & 0,007 \\ 0,027 & 0,071 & 0,991 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Координати колірності  $x, y, z$  пов'язані з координатами кольору  $X, Y, Z$  за допомогою співвідношень:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}, \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z}. \quad (3)$$

В даній роботі розрахунок координат колірності здійснювали за допомогою пакету MATLAB за наступною послідовністю:

1. Цифрові зображення світних об'єктів представлялися у вигляді двовимірних таблиць в системі кольорів RGB.

2. В залежності від стандартів зображень їх представляли в колориметричній системі XYZ за формулами (1) або (2).

3. По отриманим значенням координат кольору  $X, Y, Z$  за формулами (3) визначали координати колірності  $x, y, z$  поверхні світного об'єкта.

УДК 621.31

Свідерська О. – ст. гр. ЕМ<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ ТЕПЛООВОГО АКУМУЛЮВАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Тарасенко М.Г.

Sviderska O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ENERGY EFFICIENCY ANALYSIS OF EXISTING METHODS OF SOLAR THERMAL ENERGY STORAGE**

Supervisor: Ph.D., Prof. Tarasenko M.G.

Ключові слова: сонячна енергія, теплоаккумулятор, енергоефективність

Keywords: solar energy, heat accumulator, energy efficiency

Діюча модель світової економіки не розрахована на зростання споживання матеріальних та енергетичних ресурсів. Навпаки, єдиною умовою всесвітнього економічного процвітання є зростання споживання. Це знаходиться в протиріччі з такими глобальними проблемами як екологія та енергозбереження. Одним з найбільш перспективних напрямів розвитку світової енергетики в даний час є використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії, що знімає ряд проблем, пов'язаних із вичерпанням органічних енергоресурсів та вимогами екологічної безпеки. У зв'язку з дефіцитом паливно-енергетичних ресурсів питання акумулювання сонячної енергії є особливо актуальним. Його реалізація дасть можливість зменшити залежність України від постачання природного газу. **Мета** даного дослідження полягає в тому, щоб визначити найефективніші способи акумулювання сонячної енергії.

В Україні потенціал сонячної енергії є достатньо високим для широкого впровадження теплоенергетичного обладнання практично в усіх областях. На кожен квадратний метр припадає певна кількість сонячної енергії, і навіть добре сконструйований колектор перетворює лише половину цієї енергії, генеруючи тепло для житлового приміщення. Тому ефективно використання сонячного тепла є дуже важливим для того, щоб установка загалом була корисною й економічною.

Ще однією перевагою впровадження сонячного опалення та гарячого водопостачання є тенденція до зростання цін на природний газ та тарифів на теплову енергію. Найближчим часом роздрібні ціни на природний газ, що використовується на потреби населення, зростуть не менше ніж удвічі. Тому, очевидно, що використання сонячного тепла є вигідним, з економічної точки зору.

Теплопостачання від сонячної радіації має регулярні добовий та річний графіки, на які накладаються випадкові зміни, які визначаються погодними умовами. Також існує велика обернена залежність між сезонним надходженням сонячної енергії й потребами обігріву приміщень, тобто взимку надходження сонячної енергії низьке, а потреби в обігріві – високі. Відтак постає питання використання відповідних акумуляторів для накопичення теплової енергії на період відсутності сонячного випромінювання.

В будівельному секторі центральні сонячні опалювальні системи є найбільш економічно вигідними серед всіх можливих видів сонячних теплових систем. Загалом сонячна система теплопостачання складається з сонячного колектора, первинного контуру на антифризі, теплового акумулятора, який складається з баку-акумулятора, теплообмінника в нижній частині акумуляуючого баку та додаткового нагрівача у верхній його частині.

За допомогою інтеграції сезонного теплового акумулятора можна покрити 50 % і більше енергетичних затрат на опалення й гаряче водопостачання. Теплоакумулятор призначений для накопичення зайвого тепла, яке виробляється сонячним колектором і рівномірного розподілення його протягом доби чи кількох днів. Встановлювати сонячний колектор без будь-якого теплового акумулятора немає сенсу. Тепловий акумулятор повинен являти собою достатньо теплоємний пристрій, здатний швидко акумуляувати теплову енергію, достатньо довго зберігати тепло і віддавати при необхідності. Його теплоємність повинна відповідати як потужності сонячного колектора, так і задачам, які стоять перед теплоакумулятором.

**Об'єктом** дослідження є процес формування параметрів енергоефективних акумуляторів сонячної енергії. При виборі ефективного акумулятора сонячного тепла необхідно узгоджувати вартість з робочими характеристиками. Деякими вирішальними факторами вартості є вибір теплоакумуляуючого середовища, необхідна його кількість, розміщення теплового акумулятора, тип і розміри контейнера для акумуляуючого середовища тощо. Окрім цього робочі характеристики також залежать від середньої робочої температури, падіння тиску теплоносія, який рухається через теплоакумуляуюче середовище, і від втрат тепла контейнером в навколишнє середовище. Характеристики вискоефективних акумуляторів теплової енергії як взаємопов'язаних елементів сонячних установок є **предметом** даної роботи.

Конструктивно акумулятор тепла являє собою теплоізолюваний резервуар, заповнений теплоакумуляуючим матеріалом. Для сезонного акумуляування тепла доцільно використовувати підземні водойми, ґрунт, скельну породу й інші природні утворення. Залежно від теплоакумуляуючого середовища сезонні акумулятори можуть бути: водяні (природні або штучні), гравійні, ґрунтові або у водоносному шарі (заповнені водою пористі геологічні формації). Підведення тепла при зарядці акумулятора та її відведення при розрядці здійснюється або за допомогою теплообмінних пристроїв, або при безпосередньому пропусканні теплоносія, якщо теплоакумуляуюче середовище і теплоносій – вода, або якщо теплоносій – повітря, а теплоакумуляуючий матеріал – гравій. Сезонні акумулятори тепла можна використовувати разом з тепловими помпами, в такому разі їх теплоакумуляуюча здатність подвоюється за рахунок глибшого (до 5 °С) охолодження води в резервуарі.

У першій половині опалювального періоду використовується тепло, яке береться із акумулятора. При зниженні температури акумулятора до нижнього рівня води, що подається в розподільну мережу в роботу вступають теплові помпи або додаткові джерела тепла. Теплові помпи включаються, як правило, в нічні години, коли в багатьох країнах діють пільгові тарифи на електроенергію. Враховуючи вертикальний ріст цін на енергоносії, окупність затрат на створення сонячного опалення становитиме максимум кілька років.

З вищевикладеного випливає актуальність проведення аналізу енергоефективності існуючих способів теплового акумуляування сонячної енергії з метою створення енергоефективних акумуляторів теплової енергії для опалення та гарячого водопостачання житлового сектору України.

УДК 628.938; 628.94

Сеник Я. – ст. гр. ЕТ-42

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПРОЕКТУВАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ ІЗ ЗМІННОЮ КОЛЬОРОВОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮ**

Науковий керівник: Липовецький М.М.

Senik Ya.

*Ternopil Ivan Puluji National Technical University*

## **DESIGN LED LIGHTS WITH THE VARIABLE COLOR TEMPERATURE**

Supervisor: M.M. Lypovetskiy

Ключові слова: кольорова температура, світлодіод, спектральний склад, баланс білого кольору.

Keywords: color temperature, LED, spectral composition, white balance.

Кольорова температура джерела світла характеризує спектральний склад випромінювання джерела світла. Це є одною із основних характеристик джерел світла які використовуються при фото та відео зйомці.

Якісне фото та відео зображення неможливо створити без якісного освітлення. Основною якісною характеристикою вважають кольорову температуру. І це враховано при виготовленні кольорових фотоплівок та при створенні цифрових фотокамер. Плівки випускається для певних фіксованих кольорових температур джерела світла. Негативна та Слайдова плівка випускалися збалансованими для зйомки при денному (5600К) світлі або при світлі ламп розжарювання (3200К) - "вечірня" плівка. Це дозволяє отримувати збалансоване за кольором зображення при різних джерелах освітлення без застосування конверсійних фільтрів і корекції.

З появою маскованих негативних кольорових плівок, вони стали випускатися збалансованими під проміжну колірну температуру - 4500К внаслідок неминучості кольорокоректування в процесі друку позитивного зображення. Таким чином, негативна плівка придатна для зйомки при будь-якому освітленні, даючи зображення, що вимагає незначної корекції. При зйомці на звертаємося плівку виправлення готового зображення неможливо. Тому плівка для слайдів повинна бути збалансована для реальних джерел світла. При професійної зйомці слайдів для поліграфії застосовувалися спеціальні прилади для вимірювання температури кольору освітлення (колориметри) і конверсійні світлофільтри. При професійної кінозйомці ці ж технології застосовувалися навіть при зйомці на негативну кіноплівку. В цифрових фотоапаратах та відеокамерах використовується автоматичне визначення колірної температури або її предустановки в залежності від сюжету зйомки. У цифровій фотографії та телебаченні ця установка називається "Баланс білого". В деяких випадках кольорову температуру можна перевизначити при подальшій обробці цифрового знімка або відеозапису, проте в більшості випадків це веде до втрати якості передачі кольору. Зміна балансу білого без втрат якості можливе при запису нестисненого фото-і відеозображення - RAW. Останнє широко застосовується в цифровому кінематографі.

Коректне визначення кольорової температури по спектрі джерела для флуоресцентних, багатьох ртутних і низькотемпературних газорозрядних ламп, люмінофорних джерел світла й більшості світлодіодів дати неможливо, тому що значна частка випроміненої енергії припадає на «лінійну» частину спектра. Тому що в природі таке освітлення зустрічається вкрай рідко, око людини не має ефективних засобів адаптації до таких джерел. Однак і в цих випадках мозок створює «відчуття білого кольору» для відповідних об'єктів (наприклад, снігу або аркуша білого паперу). У таких випадках говорять про «псевдобіле» джерело світла й визначають його «кольорову температуру» шляхом візуального порівняння зі зразками.

Найбільш складна ситуація для «балансу білого» — наявність двох і більше різних джерел з різною кольоровою температурою. У цьому випадку очі та мозок людини однаково «побачать» правильні кольори предметів, однак і плівка, і телекамера, і цифровий фотоапарат відтворять частину предметів як «кольорові».

Наприклад, якщо ми виставили баланс білого в цифровому апараті на «денне світло», то частина кадру, освітлена лампами накалювання, буде виглядати жовтою, флуоресцентними лампами — зеленою, рожевою або фіолетовою (для різних типів ламп), у випадку сцени, що освітлена безхмарним небом, тіні будуть блакитними.

Тому для покращення фото та відео зйомки виникає потреба для використання додаткових світлових приладів. Основна вимога для них можливість регулювання кольорової температури в досить широких межах.

При виборі джерел світла ми одразу відкинули всі газорозрядні джерела світла, тому що зміна кольорової температури там неможлива. Лампи розжарювання мають обмеження що до верхньої межі зміни кольорової температури. Найкраще для таких світлових приладів використовувати світлодіоди.

Удосконалення напівпровідникових джерел світла відкриває широкі можливості для створення динамічних систем освітлення. Зокрема досить поширені RGB модулі на їх основі. Використовуючи лише три світлодіоди можна одержати велику кількість кольорів, Це відбувається шляхом зміни інтенсивності випромінювання трьох складових: червоного зеленого та синього кольорів.

Для створення джерела світла із змінною кольоровою температурою можливе використання RGB модулів. Хоча таке використання має ряд недоліків: висока ціна модулю та системи керування, складність керування. Саме тому нами запропоноване створення світлового приладу з використанням двох типів світлодіодів, основних та додаткових. В якості основних світлодіодів використовуються світлодіоди холодно білого кольору з кольоровою температурою  $> 5000$  К. А додаткові — червоні світлодіоди з довжиною хвилі 610 -760 нм.

Регулювання кольорової температури здійснюється за допомогою зміни інтенсивності випромінювання додаткових світлодіодів при сталій інтенсивності основних. Також можливе регулювання інтенсивності відразу обох складових одночасно.

Оскільки фотоапарати та відеокамери мають високу швидкодію, то є також вимоги що до способу регулювання. При даних умовах неможливе використання широтно-імпульсного регулювання. Рекомендуємо використання шляхом зміни величини струму.

В роботі представлено спосіб коректування кольорової температури при використанні додаткового світлового приладу на основі напівпровідникових джерел світла для покращення якості фото- та відео-зйомки.



УДК 628.93

Ларіна К. – ст .гр. ЕСм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА В ЗОВНІШНІЙ РЕКЛАМІ**

Науковий керівник: к.т.н. Белякова І.В.

Larina K.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **USING LED LIGHT SOURCES IN OUTDOOR ADVERTISING**

Supervisor: PhD Belyakova I.V.

Ключові слова: люмінесцентна лампа, світлодіодний модуль, світлодіодна стрічка.

Keywords: fluorescent lamp, LED module, LED strip.

З появою світлодіодних джерел світла їх роль на рекламному ринку стрімко зростає, поступово витісняючи такі джерела як лампи розжарювання, люмінесцентні і «енергозберігаючі» лампи. Ринок світлодіодів за останні п'ять років щорічно зростає мінімум на 80-90%.

В попередні роки для виготовлення таких елементів зовнішньої реклами, як об'ємні світлові літери, світлові щити та панно, декоративні елементи інтер'єру будівель використовувались в першу чергу люмінесцентні лампи (в основному, потужністю 4...36 Вт), для запалювання та стабілізації струму яких застосовували як електромагнітні, так і електронні баласты. Однак, їх використання попри видиму енергоощадність в порівнянні з лампами розжарювання, обумовлювалось і рядом недоліків.

Основними недоліками були:

- проблемність рівномірного освітлення рекламного об'єкту складної форми;
- невеликий термін служби джерел світла в умовах навколишнього середовища (висока вологість, низькі температури), що зменшувало термін використання ламп до 1...1,5 років;
- неможливість реалізації на основі люмінесцентних джерел світла динамічної світлової реклами, при якій її яскравість могла змінюватись в широких межах.

Поява світлодіодних джерел світла, в першу чергу світлодіодних модулів та світлодіодних стрічок, незважаючи на їх порівняно більшу вартість, дозволила при використанні для освітлення рекламних об'єктів уникнути недоліків, характерних для люмінесцентних джерел світла.

Серед основних переваг світлодіодних джерел світла можна відзначити наступні:

- світлодіодні модулі, що можуть містити від двох до п'яти світлодіодів (рис.1) в одному корпусі, мають невеликі в порівнянні з люмінесцентними лампами габаритні розміри (модуль типу МТК-12FS80-5W має розміри 8x14x80 мм);
- захищені від впливу зовнішнього середовища;
- достатню яскравість (модуль типу МТК-12FS80-5W має 2000-2500 мкд);
- безпечну напругу живлення (в основному, живиться постійною напругою 12 В);
- колірну температуру 5000...6000К;

- споживану потужність 0,3 Вт;
- термін використання таких модулів в залежності від виконання - 25 000...50 000 год.



Рис.1 Світлодіодний модуль типу MTK-12FS80-5W



Рис.2 Світлодіодна стрічка типу MTK-300WW3528-12

Такий модуль зручно розташовувати всередині рекламного об'єкта (наприклад, на задній або боковій стінці об'ємної світлової літери). А достатній кут випромінювання (до 120 град.) дозволяє забезпечити рівномірну підсвітку фасадної поверхні об'єкта. Крім того, є можливість забезпечити широку кольорову гаму підсвітки, використовуючи світлодіодні модулі основних кольорів (червоні, сині, зелені, жовті). А при використанні контролерів, підсилювачів та драйверів розробник зовнішньої реклами має можливість створити ряд динамічних ефектів при освітленні об'єкта.

Такі ж приблизно параметри і переваги, як світлодіодні модулі, має світлодіодна стрічка (рис. 2). Так, стрічка типу MTK-300WW3528-12 (колірна температура 2700K~3500K) має яскравість 1400-1800 мкд, а стрічка типу MTK-300W3528-12 (7000K~8000K) - яскравість 1700~2200 мкд. Споживана потужність одного метра стрічки – 4,8 Вт при постійній напрузі живлення 12 В.

Використання такого джерела підсвітки дозволить повторити контур рекламного об'єкту будь-якої складності, термін використання (до 50 000 год) в декілька разів перевищує термін використання люмінесцентного джерела світла при значно меншій (на порядок) споживаній потужності.

З використанням в світлодіодних джерелах світла, діодів з більш низькою робочою температурою і менш чутливим до нагрівання люмінофором, фактор зменшення їх яскравості в часі суттєво знижується. Таким чином, за термін використання світловий потік світлодіодного джерела зміниться незначно, що є ще однією його перевагою.

Таким чином, впровадження світлодіодних джерел світла для виготовлення об'ємної світлової зовнішньої реклами (наприклад, літер і об'єктів з підсвіткою на фон чи підсвіткою зсередини фасаду об'єктів найближчим часом має велику перспективу, враховуючи те, що з вдосконаленням технологічних процесів виготовлення світло діодів їх вартість суттєво знижується.

УДК 621.31

Гудима М. – ст. гр. ЕМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ОСВІТЛЕННЯ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ДИНАМІЧНИХ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ДОВГИХ КОРИДОРІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Коваль В.П.

Hudyma M.

*Ternopil Ivan Pulu'uj National Technical University*

## **QUALITATIVE INDICATORS OF ENERGY EFFICIENT LIGHTING IN DYNAMIC LIGHTING EQUIPMENT LONG CORRIDORS**

Supervisor: , Cand. Sc. Koval V.P.

Ключові слова: динамічне освітлення, орієнтація робочої поверхні, штучне освітлення.

Keywords: dynamic lighting, orientation of the working surface, lamplight

Проблема підвищення ефективності внутрішнього штучного освітлення в адміністративних приміщеннях набуває сьогодні важливого теоретичного і практичного значення для енергозбереження і гігієни праці й тісно пов'язана з дослідженнями функціональних станів.

Підвищення ефективності внутрішнього штучного освітлення можна досягти за допомогою впровадження динамічного штучного освітлення, тобто освітлення, зокрема кількісні та якісні характеристики якого цілеспрямовано змінюються в часі за певною програмою.

Важливі завдання, які можна розв'язати динамічною організацією світла у адміністративних приміщеннях: економія електроенергії, різноманіття й зміна зорових вражень в умовах тривалого перебування людини в приміщеннях із недостатнім або відсутнім природним освітленням, керування психофізіологічним станом організму людини через зміну рівня й спектра освітленості.

В результаті проведеної роботи, нами зроблено висновок про вплив декількох режимів динамічного освітлення, узгоджених із настанням моменту стомлення і функціональним станом організму людини, що дозволило виявити найбільш сприятливий для даних умов роботи режим освітлення. Також розроблено режим динамічного внутрішнього штучного світлодіодного освітлення коридору кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту ТНТУ ім. І.Пулюя, який сприяє підвищенню ефективності внутрішнього штучного освітлення приміщень за рахунок економії електроенергії у середньому на 15 %.

УДК 621.311

Фецик В. – ст. гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**ПІДВИЩЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ ТА СЕЛЕКТИВНОСТІ ДІЇ  
РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ПРИ ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАННЯХ НА  
ЗЕМЛЮ В МЕРЕЖАХ 6-10 кВ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П.С.

V. Fetsyk

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

**INCREASING THE SENSITIVITY AND SELECTIVITY  
OPERATION OF A RELAY PROTECTION AT  
SINGLE PHASE-TO-EARTH FAULT IN NETWORKS 6-10 kV**

Supervisor: P. Yevtukh

Ключові слова: релейний захист; електричні мережі 6-10 кВ.

Key words: relay protection; electric networks 6-10 kV.

Однофазні замикання на землю (ОЗЗ) є найпоширенішим видом пошкодження в електричних мережах напругою 6-10 кВ. У переважній більшості випадків, особливо при умові старіння ізоляції, вони розвиваються в міжфазні короткі замикання або багатоточкові пробіи ізоляції з груповим виходом з ладу електроустановки, супроводжуючись великими матеріальними збитками.

На сьогоднішній день, існує велика кількість як спрямованих, так і ненапрямлених захистів від замикань фази на землю, але всі вони не досить надійні і в багатьох випадках спрацьовують помилково. Головними причинами неселективної роботи релейного захисту від замикань на землю являються малі значення струму замикання на землю, що не дозволяє ефективно відлаштуватися від кидків струмів і ферорезонансних процесів, що виникають після відключення замикання на одному з приєднань, що призводить до неселективної роботи спрямованих захистів на інших приєднаннях.

Аналіз статистичних даних показує, що в системах електропостачання 6-10 кВ з малими струмами замикання фази на землю струмові захисти не мають необхідної чутливості. Напрямлені струмові захисти не забезпечують селективності дії, що призводить до відмов в роботі захистів або до відключення декількох приєднань при ОЗЗ, виникненню ферорезонансних процесів і до міжфазних замикань. Через усе це, виникає складність налаштування уставок захисту і, відповідно, чутливість встановлених захистів не завжди досягає мінімально-допустимого значення.

При традиційних способах заземлення нейтралі створення простого і надійного захисту від ОЗЗ може бути пов'язане зі значними капіталовкладеннями. Ряд переваг при створенні надійного і простого комплексу систем релейного захисту від однофазних замикань дає резистивне заземлення нейтралі, що в деяких випадках поєднується з включенням в нейтраль дугогасильного реактора.

УДК 621.3.025.1

Щербатенко Ю. - ст. гр. ЕЕМ-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗНИЖЕННЯ ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Євтух П. С.

Shchterbatenko Y.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **REDUCTION PHASE TO EARTH FAULTS**

Supervisor: Evtukh P.

Ключові слова: напруженість електричного поля, компенсацію ємнісного струму.

Keywords: electric field, capacitive current compensation.

Замикання на землю струмоведучих частин електричних установок є переважним видом ушкодження в мережах всіх напруг. У розподільних мережах 6-35 кВ ці ушкодження становлять не менш 75 % загального числа ушкоджень. Причини виникнення замикань на землю в повітряних і кабельних мережах різноманітні. Вони з'являються внаслідок електричних і механічних ушкоджень ізоляції; дефектів в ізоляторах й ізоляційних конструкціях; забруднень і зволожень ізоляції; обривів проводів і тросів; розривів струмоведучих частин і фаз кабелів у сполучних муфтах при зсувах ґрунту; часткових ушкоджень ізоляції при монтажі й будівництві; часткових розрядів, що різко змінюють напруженість електричного поля на границях між елементами ізолюючих конструкцій, а також у результаті впливів грозових і внутрішніх перенапруг. Тому способи й засоби підвищення надійності роботи різної високовольтної мережі повинні бути спрямовані, насамперед, на запобігання аварійних наслідків, які можуть виникнути при розвитку замикань на землю в міжфазні короткі замикання й на підтримку певних експлуатаційних рівнів ізоляції. Ступінь небезпеки замикань на землю в основному залежить від стану нейтралі мережі, від ефективності заземлення нейтралі, що має безпосереднє відношення до проблеми боротьби з аваріями, а отже, до надійності електропостачання електроенергією споживачів.

Залежно від стану нейтралі у високовольтних мережах застосовуються два способи гасіння електричної дуги, що виникла в місці ушкодження. Один з них розрахований на відключення місця ушкодження й на відновлення діелектричних властивостей ізоляції за час безструмової паузи. Другий - на компенсацію ємнісного струму, що протікає через місце замикання на землю, індуктивними струмами дугогасильних апаратів, які забезпечують самогасання заземлюючої дуги або її безпечне горіння.

Заземлюючі дуги можуть бути розділені на дві категорії:

1. Дуги, що вільно горять у відкритій атмосфері, - дуги, що розтягуються;
2. Дуги, що горять у якому-небудь ізолюючому або напівпровідному закритому середовищі, - дуги, що не розтягуються.

До першої категорії відносяться дуги, що виникають у результаті перекриттів нормальної, а також ослабленої ізоляції або ізоляційних відстаней при грозових уражень високовольтних ліній, у результаті комутаційних або ферорезонансних перенапруг, при механічних ушкодженнях.

До другої категорії відносяться головним чином дуги, що виникають при uszkodженнях у кінцевій або сполучній кабельній муфтах, безпосередньо в кабельній ізоляції, в ізоляції машин і трансформаторів, у дугогасильних камерах вимикачів, що відключають замикання на землю, а також у щілинних дефектах введень й ізоляторів. Тривале горіння заземлюючих дуг зі струмами, що перевищують критичні значення, може привести до руйнування порцелянових ізоляторів міжфазної ізоляції кабелів або виткової ізоляції трансформаторів і сприяти виникненню коротких замикань.

Компенсація ємнісного струму замикання на землю є безконтактним засобом дугогасіння. У порівнянні з мережами, що працюють із ізольованою нейтраллю, правильно використана компенсація ємнісних струмів у мережах має наступні переваги:

1. Зменшує струм через місце uszkodження до мінімальних значень, забезпечує надійне дугогасіння й безпека при стіканні струмів у землі;
2. Полегшує вимоги до заземлюючих пристроїв;
3. Обмежує перенапруги, що виникають при дугових замиканнях на землю, до значень 2,5 - 2,6  $U_{\phi}$  (при ступені розстройки компенсації 0 - 5 %), безпечних для ізоляції експлуатованого встаткування й ліній;
4. Значно знижує швидкості перенапруг, що відновлюються, на uszkodженій фазі, сприяє відновленню діелектричних властивостей місця uszkodження в мережі після кожного загасання заземлюючої дуги;
5. Запобігає набросам реактивної потужності на джерела живлення при дугових замиканнях на землю, чим зберігається якість електроенергії в споживачів;
6. Запобігає розвитку в мережах ферорезонансних процесів;
7. Забезпечує високу надійність роботи високовольтних ліній без грозозахисного троса;
8. Виключає обмеження по статичній стійкості при передачі потужності по лініях електропередачі. При компенсації ємнісних струмів повітряні й кабельні мережі можуть довгостроково працювати з фазою, що замкнула на землю. Принцип компенсації ємнісних струмів замикання на землю (у дійсній мережі до місця замикання на землю струми підтікають по всіх фазах ліній через обмотки навантажених живильних трансформаторів, що живлять, утворюючи крапки струморозділів у мережі й землі). Розподілені ємнісні й активні провідності мережі рівні відповідно:

$$j\omega \cdot (C_A + C_n + C_c) \text{ і } \frac{l}{R} = \frac{3}{r} + \frac{l}{r_0}$$

Струм виникає в результаті впливу на нього напруги зсуву нейтралі

$$U_0 = -U_A$$

Він дорівнює

$$L_x = j \cdot \frac{U_{\phi}}{\omega L_x} - \frac{U_{\phi}}{r_0}$$

Де  $L_x$ - індуктивність;

$r_0$ - опір, еквівалентний активним втратам.

При доцільно використовуваній компенсації не менш 85% замикань на землю ліквідується в мережі без шкоди для енергопостачання споживачів. Автоматичне повторне включення в мережах з компенсацією використається лише при виникненні двох - або трифазних коротких замикань, які в цих мережах порівняно рідкість.

УДК 621.31

Явний В. – ст. гр. ЕЕм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФЕКТІВ В СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ДІАГНОСТУВАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Буняк О.А.

Vitalii Yavnyi

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **DEFECTS INVESTIGATION IN POWER TRANSFORMER TO RISE THEIR EFFICIENCY OF DIAGNOSTICS**

Supervisor: Ph. D Oleh Buniak

Ключові слова: силовий трансформатор, дефекти, ефективність.

Keywords: power transformer, defects, efficiency.

Проведений аналіз показує, що в енергетиці України присутній великий об'єм обладнання яке вичерпало свій нормативний ресурс роботи. Найближчі роки частка цього обладнання збільшуватиметься, незважаючи на заходи, що проводяться по його заміні. Це означає, що кількість відмов старіючого обладнання зростатиме, а енергетика зазнаватиме значних збитків.

Основними факторами аварійних режимів в лініях розподілу електричної енергії є дефекти в силових трансформаторах. Аналіз можливих пошкоджень в силових трансформаторах показує необхідність побудови алгоритмів оцінки стану силового трансформатора, від початкової стадії виникнення дефекту до відмови.

Рівень контролю стану силових трансформаторів лежить в основі оцінки можливості подальшої експлуатації трансформаторного обладнання, що відпрацювало встановлений стандартами мінімальний термін служби.

Як результат – оптимізація процесу дефектації призведе до скорочення часу та зусиль необхідних для її проведення, а також скорочення затрачених ресурсів. Також діагностування обладнання трансформаторів дає можливість прогнозувати появу дефектів в період експлуатації.

Таким чином, є актуальним дослідження та класифікація дефектів в силових трансформаторах, що дозволить підвищити надійність експлуатації старіючого трансформаторного обладнання та дати оцінку їх стану.

Секція:

**Радіоелектронні біотехнічні системи**

УДК 519.21:612.13

Андрусик С. – ст. гр. РМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**МЕТОД ОПТИМАЛЬНОГО ВИДІЛЕННЯ ПУЛЬСОВОГО СИГНАЛУ  
У СУМІШІ ІЗ ЗАВАД**

Науковий керівник: к.т.н. доцент Хвостівський М.О.

Andrysiuk S.V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

**THE METHOD OF OPTIMAL DETECTION PULSE SIGNAL  
IN A MIXTURE OF NOISE**

Supervisor: Hvostivsky M.O.

Ключові слова: Пульсовий сигнал, завада, метод виділення, критерій Неймана-Пірсона  
Keywords: pulse signal, noise, method detection, criterion Neyman-Pearson

Дослідження пульсового сигналу (ПС) судин людини (рис.1), який відображає періодичне об'ємне коливання стінок судин під дією артеріального та венозного кровотоку, дає змогу оцінити стан судин людини та відстежити динаміку розвитку хвороби судин на початкових стадіях його розвитку.

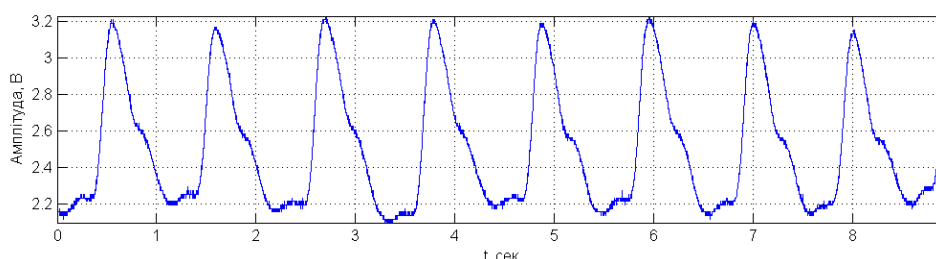


Рис.1. Реалізація ПС без урахування впливу завад

Процес діагностування стану судин за пульсовим сигналом (ПС) пов'язаний з проблемою виявлення малих за величиною сигналів у суміші із завадами, які спричинені наведенням зовнішніх електромагнітних полів, електромережі з частотою 50Гц, напруги апаратури і впливом багатьох артефактів, які обумовлені рухи та дихання людини. Внаслідок цього морфологічні параметри ПС (амплітуда, часові тривалості та інші) залежно від виду завади набувають різних значень і стають недостовірними для діагностування стану судин системи людини (рис.2).

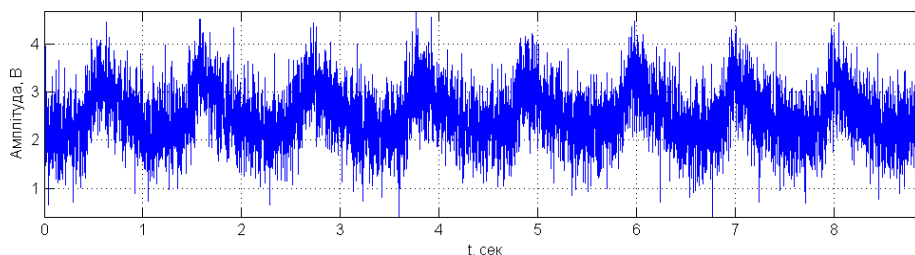


Рис.2. Реалізація суміші ПС із завадами



З урахуванням вище сформульованого твердження, припущено, що ПС судин людини можна розглядати як випадковий сигнал, який є сумішшю корисного сигналу і завади:

$$\xi(t) = A \cdot s(t) + n(t), \quad (1)$$

де  $s(t)$  - корисний ПС,  $n(t)$  - завада типу білого шуму,  $A$  – невідомий параметр ( $A \in \{0;1\}$ ).

Із урахуванням параметру  $A$  розглянуто дві гіпотези  $H_0$  і  $H_1$ :

$H_0$  :  $\xi(t) = s(t) + n(t)$  - присутній ПС;

$H_1$  :  $\xi(t) = n(t)$  - відсутній ПС.

Для вибору однієї із гіпотез  $H_0$  чи  $H_1$  прийнято правило: ПС присутній, якщо  $\xi(t) > U_0$ , тобто, перевищує деякий рівень (порог), і ПС відсутній в протилежному випадку  $\xi(t) < U_0$ . Оскільки на практиці апріорні відомості про ПС є невідомими тому для побудови методу виділення ПС використано критерій Неймана-Пірсона [1], який забезпечує максимальну ймовірність правильного виділення  $p_d$  при заданій ймовірності помилки  $p_f$ .

У відповідності з цим критерієм ймовірності  $p_d$  та  $p_f$  визначається з виразів:

$$p_f = p[\xi(t) \geq U_0] = \frac{1}{2} [1 - \Phi(\frac{U_0}{\sqrt{2E/\sigma^2}})], \quad (2)$$

$$p_d = p[\xi(t) < U_0] = \frac{1}{2} \left( 1 - \Phi\left(\frac{U_0}{\sqrt{2E/\sigma^2}} - \sqrt{\frac{2E}{\sigma^2}}\right) \right), \quad (3)$$

де  $\Phi$  - інтеграл ймовірності,  $\Phi(x) = \text{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-q^2} dq$ ;

$E$  – енергія ПС;

$\sigma^2$  - енергія шуму.

Величину порогу  $U_0$  визначено з заданої ймовірності помилки  $p_f$  (2) (для медицини регламентовано  $p_f = \{0,1;0,01;0,001\}$ ):

$$U_0 = \sqrt{\frac{2E}{2\sigma}} \Phi^{-1}(1 - 2p_f) + \frac{E}{2\sigma}. \quad (4)$$

Отже, розроблений метод на базі статистичного критерію Неймана-Пірсона дає можливість оперативно із заданою ймовірністю правильного рішення  $p_d$  (3) при заданій ймовірності помилки  $p_f$  (2) виділити ПС у суміші із завадами (1).

Література

1. Тихонов В.И. . Оптимальный прием сигналов [Текст] / В.И. Тихонов – М.: Радио и связь , 1983. – 320 с.

УДК 53.05: 617.735

Атаманчук С. – ст. гр. РМ<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОБРОБЛЕННЯ  
ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ ПРИ НИЗЬКІЙ  
ІНТЕНСИВНОСТІ СВІТЛОВОГО ПОДРАЗНЕННЯ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Р.А. Ткачук

Atamanchuk S.V.

*Ternopil State Technical University named after Ivan Pul'uj*

**METHODS AND PROCESSING FACILITIES  
ELECTRORETINOGRAPHY SIGNALS AT LOW INTENSITY LIGHT  
IRRITATION**

Supervisor: prof. R. A. Tkachuk

Ключові слова: електроретиносигнал, низька інтенсивність, світлове подразнення.

Keywords: electroretinosignal, low intensity, light irritation

Для діагностики функціонального стану зорової системи використовують низку стандартних методик. Одна із цих методик, ґрунтується на основі аналізу електроретинографічних сигналів (ЕРС) – тобто сумарного відгуку клітин сітківки ока на зовнішнє світлове подразнення. Для реєстрації і аналізу сигналу використовують діагностичну систему, що забезпечує реєстрацію ЕРС в реальному часі і проводиться необхідна обробка, яку після графічного запису називають електроретинограмою (ЕРГ). Оскільки для стандартної інтенсивності світлового подразнення необхідний значний час для відновлення родопсину та утворення відгуку ретини, тому для скорочення часу проведення дослідження потрібно знижувати в сотні разів інтенсивність подразнення. При зниженні інтенсивності подразнення світлом до  $(0,03-0,3 \text{ Кд} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^{-2})$ , що є нижче рівня встановленого стандартом зі зменшеною тривалістю реєстрації (до 250 мс), офтальмодіагностична система повинна задовільняти вимоги щодо реєстрації та оброблення отриманих сигналів. При цьому, у відібраній суміші сигналів, відношення енергії корисного ЕРС та шуму (наприклад, адитивної суміші шуму від біооб'єкта, шуму діагностичної системи, шуму електродів чи артефактів) може бути менше одиниці, тому виникає проблема обґрунтування адекватної математичної моделі для виділення інформативних ознак корисного сигналу. Відомо, що відгук ретини на подразненнями фотонами (50 – 150), який характеризує мінімальний поріг чутливості ока, потребує додаткової обробки при виділенні із суміші шуму та корисного сигналу [1].

$$x(t) = S_n(t) + n(t) \quad (1)$$

де  $x(t)$  - величина відгуку сітківки ока на світлове подразнення,  $S_n(t)$  - сигнал на вході реєструючого пристрою,  $n(t)$  – сумарне значення складової шумів та артефактів при реєстрації ЕРС.

Оскільки ЕРС є зникаючим коливанням, то при зниженні енергії світлового подразнення виділити корисний сигнал шляхом кальманівської фільтрації, яка може бути записана наступним рівнянням:

$$b_2 s_{n-2} + b_1 s_{n-1} + s_n = \xi_n, \quad (2)$$

де  $\xi_n$  — вличина світлового подразнення сітківки ока,  $b_1, b_2$  - значення коефіцієнтів які визначають параметри хвиль (амплітуда та швидкість заспокоєння) електроретиносигналу.  $S_n, S_{n-1}, S_{n-2}$  – величина сигналів до і після рекурсивно-адаптивного фільтрування.

Оскільки дослідження ЕРС пов'язане з проблемою виявлення малого за величиною корисного сигналу у суміші із завадами. Внаслідок цього морфологічні параметри ЕРС (амплітуда хвиль, тривалість та інші) в залежності від виду завади можуть набувати різних значень і ставати неінформативними для діагностування стану організму людини. Дану проблему в офтальмологічних системах діагностики (зокрема в системах CALYPSO, ДКЗО-01 та інших), вирішували методом когерентної фільтрації (усереднення певної ( $N$ ) кількості реєстрацій суміші), внаслідок чого дисперсія завад зменшується в  $\sqrt{N}$  разів і із зростанням кількості реєстрацій значення усередненої суміші сигналу та шуму прямують до значень ЕРС. Метод усереднення  $N$  кількості реєстрацій суміші пов'язаний із незручностями та втомлюваністю пацієнта, а для ЕРС із зниженою енергією світлового подразнення кількість  $N$  може складати одиниці - десятки реєстрацій, що ускладнює процес реєстрації ЕРГ. Застосування адаптивно-рекурсивного фільтра Калмана забезпечує виділення сигналу із суміші при знижені енергії світлового подразнення та дозволяє скоротити тривалість процедури дослідження пацієнта електроретинографічним методом.

Висновок. Застосування зниженої інтенсивності світлового подразнення у електроретинографічних діагностичних системах зменшує інвазивність дослідження та час проведення процедури і дозволяє точніше діагностувати функціональний стан організму людини. При низькій інтенсивності знижується відношення енергії корисного сигналу до енергії шуму, що потребує застосування адекватної математичної моделі та удосконалення методів обробки ЕРС із застосуванням цифрової кальманівської фільтрації для опрацювання сигналу з низькою енергією світлового подразнення ретини.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Hecht S. Energy, Quanta and Vision / S. Hecht // Journal of General Physiology. – 1942, July 20.P. 819 – 840.
2. Ткачук Р. А. Оптимальна обробка електроретиносигналу для визначення форми електроретинограми / Р.А. Ткачук // Вимірювальна техніка та метрологія. — 2009. – № 70. – С. 9 – 13.

УДК 53.04: 621.373.826

Бас С. – ст. гр. РМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСОБИ НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНОГО ВПЛИВУ НА БІООБ'ЄКТ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Р.А. Ткачук

Bas S.M.

*Ternopil State Technical University named after Ivan Pul'uj*

## **THE MEANS LOW-ENERGY INFLUENCE ON BIOLOGICAL OBJECTS**

Supervisor: prof. R. A. Tkachuk

Ключові слова: біооб'єкт, лазерне випромінювання, низькоенергетичний вплив.  
Keywords: biological objects, laser radiation, low-energy

Гіпотеза про можливість отримання ефекту індукованого випромінювання, який лежить в основі квантових генераторів, вперше висунута ще А. Ейнштейном у 1918 році. У фундаментальних дослідженнях М. Г. Басова, А. М. Прохорова і М. Таунера, виконаних у 50-их роках ХХ ст., були закладені теоретичні основи виробництва і практичного застосування лазерів (LASER – «Light Amplificated by Stimuleited of Emission Radiation» — підсилення світла за допомогою ефекту індукованого випромінювання. Лазерне випромінювання, яке є, перш за все, світлом (потокм енергії), має унікальні фізичні властивості (монохроматичність, когерентність, поляризованість, мала розбіжність потоку випромінювання). Виділяють фактори впливу такого випромінювання: світловий, термічний, механічний впливи; та фактори, які визначаються властивостями біооб'єкту (оптичні характеристики біотканин; електричні, механічні, біохімічні, фізико-хімічні властивості біотканин). Внаслідок лазерного впливу на біооб'єкт в тканинах відбуваються біоенергетичні, біохімічні та ін. фізико-хімічні зміни. Ці первинні ефекти приводять до цілого ряду вторинних змін на різних рівнях організації біооб'єкту.

Застосування неінвазивних методів дії низькоенергетичних впливів при когерентному інфрачервоному випромінюванні на організм людини є перспективним, особливо якщо врахувати високу проникну здатність такого випромінювання в біологічні тканини і простоту проведення таких процедур. Ефективність використання такого роду впливів на цілісний організм як високоорганізовану, нерівноважну, самоструктуровану і самоорганізовану систему доведена даними багатьох лабораторних і клінічних досліджень.

Таким чином, виникає необхідність аналізу дії низькоенергетичних низькоенергетичних впливів при когерентному інфрачервоному випромінюванні.

УДК 517.5:612

Велешчук П. – ст. гр. РМзм-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## СИНФАЗНИЙ ТА КОМПОНЕНТНИЙ МЕТОДИ АНАЛІЗУ РИТМІЧНИХ БІОСИГНАЛІВ

Науковий керівник: д.т.н., проф. Яворський Б.І.

Veleschuk P.V.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## SYNPHASE AND COMPONENT METHODS OF ANALYSIS RHYTHMIC BIOSIGNALS

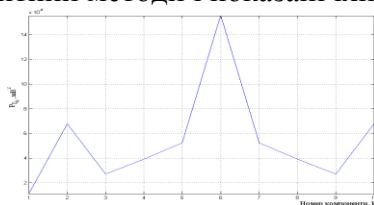
Supervisor: Yavorskyu B.I.

Ключові слова: Біосигнал, синфазний та компонентний методи

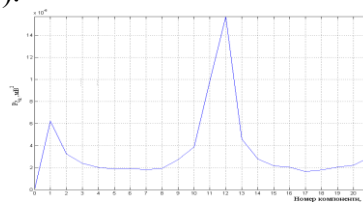
Keywords: Biosignals, synphase and component methods

З аналізу ритмічних біосигналів (РБ) та властивостей періодично корельованих випадкових процесів (ПКВП) випливає, що така математична модель дає змогу адекватно описати сигнал, а саме врахувати у своїй структурі поєднання випадковості та періодичності сигналу, а тому і розробити методи його аналізу виходячи із статистики таких сигналів для задач діагностики стану організму людини в залежності від області дослідження (зоровий аналізатор, серцево-судинна система та інші).

Методи аналізу РБ як процесу класу  $\pi^T$  безпосередньо є модифікаціями статистики стаціонарних випадкових процесів. Тому обґрунтування методів аналізу РБ базується на понятті  $\hbar$ -ергодичності, яка виражається як властивість випадкових процесів. Вирази, які виражають РБ як ПКВП через його компоненти (модельовані гармоніки кратних частот), показують що міра „випадковості” у них визначається випадковими властивостями цих компонент. Тому умову ергодичності РБ як ПКВП можна сформулювати і як вимогу ергодичності векторного стаціонарного випадкового процесу його стаціонарних компонент, тобто стаціонарну і ергодичну пов'язаність компонент цього векторного процесу.  $\hbar$ -ергодичність обґрунтовує різні методи аналізу періодично корельованого випадкового процесу. Для дослідження РБ, наприклад ритмічного електроретиносигналу, на базі ПКВП використано синфазний та компонентний методи і показані їхні ознаки (рис. 1).



Синфазний метод



Компонентний метод

Рис. 1. Результати аналізу ритмічного електроретиносигналу

На підставі отриманих результатів аналізу ритмічного електроретиносигналу, як синфазним так і компонентним методами, встановлено, що методи є взаємопов'язаними (ідентичність отриманих результатів).

УДК 303.01:303.447:612.17

Грицюк В. – ст. гр. РМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ФІЛЬТРОВОГО МЕТОДУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАТИСТИК БІОСИГНАЛІВ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Б.І. Яворський

Hrytsiuk V.

*Ternopil State Technical University named after Ivan Pul'uj*

## **THEORETICAL ASPECTS OF APPLICATION BY THE FILTER METHODS FOR EVALUATION STATISTICS OF BIOSIGNALS**

Supervisor: prof. B.I. Yavorskyu

Ключові слова: біосигнал, фільтровий метод.

Keywords: biosignal, the filter methods

У сучасній фізіології значна увага приділяється діагностиці функціонального стану певних систем, за якими можна було б оцінити стан цілого організму та здатність його до адаптації. До характерних особливостей слід віднести інтенсивне дослідження і використання фізичних явищ і процесів людського організму, закономірності зміни яких мають випадковий характер. При дослідженні і вимірюванні характеристик випадкових процесів широке поширення, в силу добре розвинутого методичного й апаратурного забезпечення, наочності та зручності практичного застосування, знаходять спектральні методи аналізу випадкових процесів, які забезпечують вимірювання оцінок спектральної густини потужності (СПП) стаціонарних ергодичних біосигналів (СЕБС), які носять випадковий характер.

Перспективні напрямки удосконалення апаратурного спектрального аналізу пов'язані як з розвитком і впровадженням алгоритмів швидкого перетворення Фур'є (ШПФ), так і інших методів, зокрема фільтрових. Це пояснюється тим, що фільтрові аналізатори спектра виявляються найбільш простими і дешевими, але, головне, вони можуть забезпечити менший час і більш високу точність спектрального аналізу, ніж аналізатори на основі ШПФ, у яких потенційна точність обмежена методичною похибкою.

Для спрощення та автоматизації аналізу нестационарного біосигналу з прогнозованою вірогідністю її результатів застосовано періодично-корельований випадковий процес (ПКВП) з дискретним часом.

Фільтровий метод полягає в перемноженні реалізації процесу на періодичну функцію з періодом, рівним періоду корельованості ПКВП, з подальшим усередненням.

Таким чином, методи апаратурного спектрального аналізу потребують подальшого дослідження, а тому розроблення методу опрацювання біосигналів на базі математичної моделі у вигляді ПКВП з дискретним часом для комп'ютерних систем діагностики фізіологічного стану організму людини, який дасть можливість отримати оперативні відомості про присутність різного роду змін на ранніх стадіях, необхідних лікареві для установлення діагнозу, є актуальною науковою задачею.

УДК 517.958

Дедів М. – ст. гр. РМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МОВНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАБІЛІТАЦІЇ ЛЮДЕЙ ІЗ СИМПТОМОМ ГНУСАВОСТІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бачинський М.В.

Dediv M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE MATHEMATICAL MODEL OF SPEECH SIGNAL FOR THE SYSTEMS OF REHABILITATION OF PEOPLE WITH NASAL SYMPTOMS**

Supervisor: Bachinskyu M.V.

Ключові слова: мовний сигнал, реабілітація

Keywords: speech signal, rehabilitation

В медицині існує проблема, пов'язана з реабілітацією та лікуванням хворих із мовними патологіями, зокрема, синдромом гнусавості, що, в свою чергу, визначає актуальність задачі розроблення автоматизованих систем для реабілітації вад мовного апарату [1,2].

Аналіз стану досліджень у практичній реабілітаційній медицині показав, що практично відсутні формалізовані підходи до розроблення технічних систем для реабілітації людей із симптомом гнусавості, а поширене в області корекції вимови апаратно-програмне забезпечення, зокрема апарати серії «Speech Viewer» фірми IBM, апаратно-програмні комплекси «Дельфа» (м. Москва), слухо-мовні комплекси ПОЛІФОНАТОР ПФ-03-ВІДЕО+ (Україна, «Вабос») тощо, призначене для відбору, попереднього опрацювання та візуалізації мовних сигналів, однак не має методів опрацювання мовних сигналів для виділення тих інформативно-значимих параметрів та характеристик цих сигналів, які були б індикаторами наявності синдрому гнусавості і давали б можливість контролю стану пацієнта в процесі реабілітації. Відомо, що методи опрацювання визначаються математичною моделлю мовних сигналів, яка повинна бути адекватною поставленій задачі і давати можливість знаходження інформативно-значимих параметрів та характеристик цих сигналів та інтерпретації отриманих результатів у формі, зручній для розуміння лікарями.

Отже, побудова математичної моделі гнусавих мовних сигналів та розробка методу їх аналізу для задачі побудови медичних реабілітаційних систем, яка дасть лікарю можливість проводити відновлення та корекцію вимови мовних звуків є актуальною задачею. В роботі пропонується до моделювання мовних сигналів застосувати математичний апарат енергетичної теорії стохастичних сигналів та відповідні методи опрацювання, а саме когерентний і компонентний.

Література

1. Нейман Л.В., Богомільський М.Р. Анатомия, физиология и патология органов слуха и речи: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. В.И. Селиверстова. – М.: ВЛАДОС, 2001. – 224 с.

УДК 319.216:612.172.1

Дудар М. – ст.гр. РМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНЮВАННЯ СТАТИСТИК БІОСИГНАЛІВ МЕТОДОМ СТАЦІОНАРНИХ КОМПОНЕНТ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Яворський Б.І.

Dudar M.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE EVALUATION OF BIOSIGNALS STATISTICS BY THE METHOD OF STATIONARY COMPONENTS**

Supervisor: Yavorskyu B.I.

Ключові слова: біосигнал, стаціонарні компоненти

Keywords: biosignal, stationary components

В області медичної діагностики актуальною є задача розроблення нових методів опрацювання біосигналів відповідно до сучасних підходів щодо трактування поняття «біосигнал», способів прояву у його структурі патологічних станів органів чи систем організму людини, способів вибору інформативних для кожного окремого випадку патологічного стану ознак біосигналу та способів інтерпретації отриманих результатів.

Відомо, що методи опрацювання визначаються математичною моделлю біосигналу, яка повинна бути адекватною поставленій задачі. Застосування до моделювання біосигналів принципів системно-сигнальної концепції та основних положень енергетичної теорії стохастичних сигналів визначатиме математичну модель біосигналу у вигляді періодично корельованого та споріднених із ним випадкових процесів, які, в свою чергу, визначатимуть методи статистичного опрацювання біосигналів, такі, як когерентний, компонентний та фільтровий. Найбільшого поширення щодо практичного застосування отримав когерентний метод. Він виходить з того, що вибірки значень сигналу, взяті через період корельованості утворюють стаціонарні ергодичні векторні випадкові постідовності, до яких застосовуються методи спектрально-кореляційного аналізу теорії стаціонарних випадкових процесів. При цьому, після формування стаціонарних компонент виконується числення оцінки кореляції між ними з урахуванням часових та періодних зсувів, числення оцінок кореляційних компонент та оцінювання їх. Когерентний метод попри зміни енергетичної структури біосигналів дозволяє проводити оцінювання і змін у їхній часово-фазовій структурі. Описаний метод є складнішим в плані програмної реалізації у порівнянні із все ще поширеними методами спектрально-кореляційного аналізу.

Однак, в області медичної діагностики існують патологічні стани (ішемічна хвороба серця, блокади ніжок пучка Гіса), для виявлення яких достатньо провести формування стаціонарних компонент із відповідних біосигналів та за значеннями їхніх статистичних показників (математичне сподівання і дисперсія) виділити інформативні ознаки біосигналу, які були б індикаторами появи патологічних станів, та дати їх фізичну інтерпретацію. Всі зазначені етапи опрацювання біосигналів включає в себе так званий метод стаціонарних компонент, який і пропонується застосовувати у випадку вирішення задачі діагностування згаданих патологічних станів.



УДК 621.384.4:612.117.5

Зубрик Л. – ст.гр. РМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЗАСОБИ РЕГУЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ УЛЬТРАФІОЛЕТОМ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ЛІКУВАННЯ ПСОРИАЗУ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Р.А. Ткачук

Zubryk L.

*Ternopil State Technical University named after Ivan Pul'uj*

## **MATHEMATICAL DESIGN AND ADJUSTING FACILITIES DYNAMIC IRRADIATION BY AN ULTRAVIOLET FOR COMPLEX TREATMENT TO PSORIASIS IRRITATION**

Supervisor: prof. R.A. Tkachuk

Ключові слова: ультрафіолет опромінення, енергія, псоріаз, шкіра.

Keywords: ultraviolet of irradiation, energy, psoriasis, skin.

На сьогоднішній день зростає кількість людей із захворюваннями шкіри (екзема, псоріаз, дерматоз), що характеризуються запальним процесом і важко піддаються лікуванню. У всьому світі декілька десятків мільйонів людей страждають на такі захворювання. Необхідно звернути увагу, що за останні роки спостерігається зростання кількості хворих, ураження з'являється вже в молодому віці [1]. Існують різні методи терапії: геліотерапія, фотоферез, фотонна терапія, комбінований метод лікування. Кожен з цих методів мають недоліки. Спільним недоліком методів є відсутність оптимального керування джерелом опромінення.

Комбінований метод передбачає медикаментозне лікування, яке підсилюється ультрафіолетовим опроміненням в області А (довжина хвилі 320-400 нм). Відома ПУФА-терапія (PUVA = Psoralens + UltraViolet A) – це лікувальна дія на шкіру людини ультрафіолетового випромінювання з поєднанням лікувальної суспензії. При місцевому нанесенні на уражену поверхню, наприклад, псоралену (крему, мазі, суспензії), опромінення УФ-А проводять відразу після того, як закінчено нанесення ліків. Комбіноване медикаментозне лікування ПУФА рекомендується хворим на псоріаз, що покриває більше 30% поверхні тіла, або тим, кому не допомагають інші відомі способи лікування. Тому крім комбінованого методу ультрафіолетова терапія набуває широкого застосування у випадках, коли існують проблеми індивідуальної непереносимості ліків та алергії на їх застосування. Перспективним напрямом лікування псоріазу є метод, який передбачає дозування і контрольований вплив на окремі ділянки біооб'єкту з використанням потоку в діапазоні А УФ-А [2].

Для оцінювання поглинання УФ-А та визначення діапазону зміни параметрів процесу із врахуванням глибини проникнення й поглинання багаточислової структури (суспензія, епідерміс, дерма, гіподерма), необхідно знайти початкову інтенсивність потоку вибраної довжини падаючої хвилі для окремого шару із врахуванням розсіювання та її поглинання, що здійснюється за законом Бугера – Ламберта – Бера [3].

$$I_{\lambda,x} = I_{\lambda,x=0} e^{-k\lambda x}, \quad (1)$$

де  $I_{\lambda,x=0}$  – інтенсивність потоку, що випромінюється оптико-електронними пристроями на поверхні шкіри при  $x=0$ ;  $k\lambda$  – коефіцієнт, що враховує ослаблення інтенсивності потоку в біологічному середовищі кожного шару.

Але при цьому потрібно враховувати непостійність поглинання окремим шаром та часткове їх нагрівання при включенні джерела випромінювання. Для визначення зміни значення інтенсивності поглинутого потоку, який залежить не тільки від величини енергії випромінювання джерела, яка досягає поверхні шкіри, а також від непостійності властивостей цього шару з врахуванням поглинання на глибину  $x$  та проникнення енергії випромінювання:

$$\Delta I_{\lambda} = I_{\lambda, x=0} (1 - e^{-k\lambda x}) \quad (2)$$

Оскільки величина енергії, яка відбивається від поверхні шкіри залежить від її стану і характеризується функцією відбивання, яка залежить від параметрів стану здорової і поверхні ушкодженої шкіри, довжини хвилі потоку та просторового поля у випадку застосування декількох джерел випромінювання, наприклад, у виді матриці. Відомі до застосування пристрої при опроміненні шкіри (на базі ртутних ламп) не передбачають керування та регулювання потоку ультрафіолету, тому не враховуються індивідуальні особливості пацієнта із-за відсутності зворотнього зв'язку, де дія УФ контролюється практично тривалістю процесу. Виникає необхідність враховувати зміну оптичних характеристик біооб'єкта в процесі дії опромінення для забезпечення контролю і регулювання інтенсивності опромінення [4].

Отже, можна розглянути процес опромінення біооб'єкта із регулюванням енергії в імпульсному режимі з допомогою СВД-матриці, що розташована в площині випромінювання із заданими координатами коли на шкіру нанесено суспензію для проведення процедури. Схема опромінення шкіри на основі СВД-матриці з контролем відбитої енергії від епідермісу, що знаходиться на віддалі  $h$  від елементів матриці, наведена на рисунку 1.

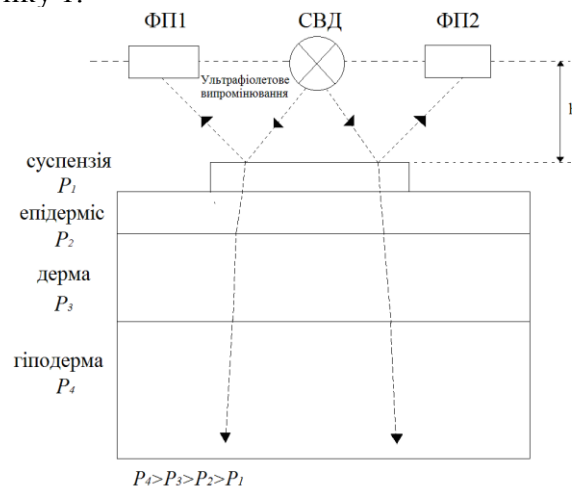


Рис. 1. Схема контрольованого процесу опромінення ультрафіолетом шкіри вкритої суспензією

Висновок: Удосконалення математичної моделі поширення УФ-А в неоднорідному біологічному середовищі дає можливість врахувати зміну параметрів шарів та поглинання багат шарової структури, де змінюються коефіцієнти поглинання опроміненої поверхні, поглинутої та відбитої енергії. Відбита енергія потрапляє на розташовані в площині матриці фотоприймачі ФП1 та ФП2, що дає можливість забезпечити регулювання енергії випромінювання СВД.

#### Література:

1. [http://www.psoriasis.in.ua/psor\\_data.php](http://www.psoriasis.in.ua/psor_data.php)
2. Круковская Л.П. Ультрафиолетовое излучение: - его биологическое воздействие, приемники: Методическое пособие. - СПб.:СПбГПУ, 2009. -26 с.
3. [http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/51113/2/ProcNTShTB\\_2014v9\\_Roman\\_Tkachuk-Modeling\\_of\\_dynamic\\_176-184](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/51113/2/ProcNTShTB_2014v9_Roman_Tkachuk-Modeling_of_dynamic_176-184).
4. Ткачук Р.А. Моделювання динамічного опромінення для фотомедичних технологій при неперервності контролю параметрів процесу / Ткачук Р.А., Івах М.С., Кузь В.І. // Вісник СумДУ. – 2013. – №2. – С.98-105.

УДК 612.171.1:519.87

Медицький В. – ст. гр. РМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СИСТЕМА ТРИВОЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ІШЕМІЧНОЇ ХВОРОБИ СЕРЦЯ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Ткачук Р.А.

Meditskyu V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ALARM SYSTEM FOR THE CORONARY HEART DISEASE DIAGNOSIS**

Supervisor: Tkachuk R.A.

Ключові слова: система тривожної сигналізації, електрокардіосигнал, ішемічна хвороба  
Keywords: alarm system, electrocardiosignal, coronary disease

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (2011 р.), ішемічна хвороба серця (ІХС) набуває значного поширення в порівнянні з іншими причинами смертності від захворювань в Україні. Тому, важливим завданням сучасної медицини з метою попередження розвитку критичних станів серцево-судинної системи (ССС) є моніторинг появи епізодів ІХС на ранніх етапах їх виникнення та розвитку.

При цьому, актуальною технічною задачею є розроблення засобів автоматизованого визначення появи епізодів ІХС шляхом належного опрацювання електрокардіосигналу (як основного джерела інформації про роботу ССС) та формування сигналів тривоги задля попередження хворого про можливість настання критичного стану і необхідності вживання певних дій (приймання ліків, усунення зовнішніх провокуючих факторів тощо). Необхідність таких пристроїв обумовлена тим, що епізоди ішемії можуть виникати без явно вираженого провокуючого фактора, без зміни частоти серцевих скорочень і не супроводжуватися больовими відчуттями на початковій стадії.

Поширені в медицині пристрої виявлення ІХС, як, наприклад, кардіографічний комплекс «Кардіосенс» (Україна), система тривожної сигналізації «Амулет» (Росія) тощо, функціонально являють собою пристрій відбору, попереднього опрацювання електрокардіосигналів (ЕКС) та програмні засоби опрацювання ЕКС і виділення інформативних ознак, які були б індикаторами появи епізодів ІХС. При цьому, згадані програмні засоби використовують алгоритми опрацювання ЕКС, які ґрунтуються на аналізі його часової структури. Зокрема, опрацювання ЕКС проводиться на сегменті ST, оскільки на цьому сегменті найбільш виражено проявляється ІХС. Однак, інформація, що зосереджена в інших точках кардіокомплексу фактично ігнорується.

Відповідно, важливим науковим та технічним завданням є розроблення системи тривожної сигналізації, яка мала б можливість відбору та опрацювання ЕКС і формування на основі такого опрацювання сигналів тривоги у випадку наявності епізодів ІХС. Пропонується в блоці відбору та попереднього опрацювання ЕКС використати сучасні спеціалізовані інструментальні підсилювачі, а в основі алгоритмів опрацювання ЕКС використати модифікований відповідним чином синфазний метод із забезпеченням можливості опрацювання ЕКС в межах усього кардіокомплексу.

УДК 519.218

Романів Р. – ст. гр. РМзм-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ БІОМЕДИЧНОГО СИГНАЛУ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Яворський Б.І.

Romaniv R.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF BIOMEDICAL SIGNALS MATHEMATICAL MODEL**

Supervisor: Yavorskyu B.I.

Ключові слова: математична модель, біомедичний сигнал

Keywords: mathematical model, biomedical signal

Завчасна діагностика захворювань в медицині дає змогу виявити зміни функціонального стану відповідних органів та систем шляхом належного опрацювання біомедичних сигналів, що передбачає формування їх опису на основі певної математичної моделі, яка має містити інформативну характеристику – ознаку зміни в роботі відповідних органів чи систем. Вона необхідна для обґрунтування алгоритмів вимірювання і опрацювання сигналів, інтерпретації отриманих результатів.

Аналіз різних типів біосигналів [1] показав, що адекватним задачі діагностики зображенням їх є стохастичний нестационарний процес. Функціональні порушення, спричинені патологічними станами, призводять до появи в біосигналах нестационарності, при зображенні їх як кусково чи локально стаціонарних процесів, або зміни типу нестационарності [1]. Тому, адекватним задачі медичної діагностики є подання біосигналів як стохастичного нестационарного процесу. За умови скінченності енергетичних характеристик сигналів можна залучити математичний апарат енергетичної теорії стохастичних сигналів (ЕТСС) [1]. В основу цієї теорії покладений енергетичний принцип – виділення класів сигналів за скінченністю енергії сигналу (клас  $\varepsilon$ ) або ж скінченністю середньої потужності (клас  $\pi$ ) [1].

Застосування ЕТСС до опрацювання біосигналів дасть змогу виділити інформативно значимі в області діагностики характеристики сигналів, що є індикаторами змін у функціональному стані органів та систем. В роботі проводиться обґрунтування адекватності математичної моделі біосигналів у вигляді періодично корельованого та споріднених із ним випадкових процесів (бі-, поліперіодичнокорельований випадковий процес), що забезпечить можливість розширити діагностичні можливості сучасної медичної техніки.

Література:

1. Застосування енергетичної теорії стохастичних сигналів для задач медичної діагностики / Л.Є. Дедів, В.Г. Дозорський, В.Л. Дунець, І.Ю. Дедів // Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции "Современные направления теоретических и прикладных исследований '2011". – Одесса: Черноморье, 15–28 марта, 2011. – Т.3. – С. 72–73.

УДК 617.7-007.681

Ткачук А. – ст. гр. РМ<sub>М</sub>-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВНУТРІШНЬООЧНОЇ РІДИНИ В ДРЕНАЖНИХ СИСТЕМАХ ПРИ ГЛАУКОМІ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Р.А. Ткачук

Tkachuk A. A.

*Ternopil State Technical University named after Ivan Pul'uj*

## **MODELING PROCESS OF TRANSPORTATION INTRAOCULAR FLUID IN DRAINAGE SYSTEMS WITH GLAUCOMA**

Supervisor: prof. R. A. Tkachuk

Ключові слова: глаукома, внутрішньоочна рідина, дренажні системи.

Keywords: glaucoma, intraocular fluid, drainage systems

За допомогою очей людина сприймає 90% інформації, тому одним з важливих завдань є збереження зору пацієнта. Серед захворювань очей, що призводять до часткової або повної втрати зорових функцій є глаукома, яка характеризується підвищенням внутрішньоочного тиску (ВОТ) внаслідок змін в організмі та внутрішніх структурах ока. Глаукома є другою причиною виникнення сліпоти [1], за даними всесвітньої організації здоров'я у світі станом на 2010 рік налічується 68 мільйонів хворих на глаукому, більше 10% з них повністю втратили зір на обидва ока, а за прогнозом у 2020 році чисельність хворих на глаукому збільшиться до 79 мільйонів [2].

Сучасні проблеми зору, викликані захворюванням на глаукому, погіршують сприйняття інформації та додають незручності у житті людини. Глаукома – це патологічний стан з прогресуючою загибеллю аксонів гангліозних клітин, що спричиняє порушення поля зору, пов'язаного з високим ВОТ [3]. Симптомокомплекс глаукоми має наступні прояви: порушення гідродинаміки ока, непостійність ВОТ, підвищення рівня офтальмотонусу, атрофія зорового нерву з ексавацією і погіршенням зорових функцій [4]. Основною причиною глаукоми є зменшення руху та відтоку внутрішньоочної рідини, яка є важливим джерелом живлення внутрішніх структур ока, особливо трабекулярної мережі. Вона утворюється відростками циліарного тіла та транспортується до переднього сегменту очного яблука. Від циліарного тіла внутрішньоочна рідина надходить в задню камеру ока, а через зіницю в передню камеру ока. Нормальна швидкість утворення внутрішньоочної рідини 2-2,5  $\mu\text{l}/\text{хв}$  [3,4], тобто за добу через передній відділ ока витікає приблизно 3 мл рідини. Зниження відтоку внутрішньоочної рідини спричинене зниженням ефективності трабекулярної мережі та зміну кута передньої камери, що призводить до блокади трабекулярної мережі.

При лікуванні глаукоми найпоширенішими методами є медикаментозні, застосування лазерної терапії, трабекулетомії та вживлення дренажних пристроїв. Медикаментозні методи не завжди є ефективними та мають безліч побічних ефектів, а через особливості пацієнтів ускладнюється підбір медикаментів, від яких залежить лікування глаукоми і збереження зору пацієнта. Лазерні операції є більш ефективними, але їх ефект з часом зменшується через загоєння отворів від лазеру, а повторні операції вже не забезпечують необхідного ефекту. Трабекулектомія – це утворення фістули для відтоку внутрішньоочної рідини. Операція має безліч побічних ефектів, а також утворення рубцевої блокади. Цей метод регулювання внутрішньоочного тиску є

залежним від кваліфікації хірурга, що створює високі ризики для пацієнта. Найдієвішим способом зменшення внутрішньоочного тиску та запобігання шкоди зору є імплантація шунтових дренажів, а саме імплантати Ahmed і Molteno [5,6]. Ці імплантати є ефективними засобами для зниження ВОТ навіть після попереднього невдалого лікування іншими методами та підходять для пацієнтів різного віку, проте в них не враховані регулюючі функції, а саме те, що при зниженні ВОТ існуючі клапани продовжують виводити рідину з постійною швидкістю, що може викликати гіпотонію та втрату зору. Через відсутність підбору розмірів дренажних трубок часто не враховуються особливості пацієнтів, що може призвести до неефективної операції і втрати зору. Тому запропоновано впровадження методу підбору дренажних трубок та розробка регулюючого клапана, який зможе відкриватись при підвищеному та закриватись при пониженому ВОТ, а це дозволить ефективно нормалізувати ВОТ та запобігти післяопераційним ускладненням, що є важливим науковим завданням. Тому такий підхід потребує розробки математичної моделі, яка описує рух і дію на стінки ока внутрішньоочної рідини, що дозволить підвищити ефективність застосування імплантованого клапана та врахувати індивідуальні особливості пацієнта.

Розроблено математичну модель напруження стінок ока на одиницю площі поперечного розрізу оболонки ока  $T_s$  :

$$T_s = \frac{1}{2d} \cdot \left( \frac{\frac{F}{1}}{R_d + R_z + R_u + R_1 + R_2 + R_3 + R_4} + (P_k - \alpha) \right) \cdot r_k, \quad (1)$$

де  $F$  – швидкість утворення рідини;  $P_k$  – тиск в кров'яних судинах ока;  $\alpha$  – ригідність стінок кров'яних судин ока;  $r_k$  – радіус кривизни ока;  $d$  – товщина оболонки ока;  $R_d$  – опір діафрагми ока;  $R_z$  – опір кута передньої камери ока;  $R_u$  – опір увеосклерального відтоку;  $R_1$  – опір увеальній трабекулі;  $R_2$  – опір корнеосклеральній трабекулі;  $R_3$  – опір юкстаканікулярній тканині;  $R_4$  – опір шлемового каналу;

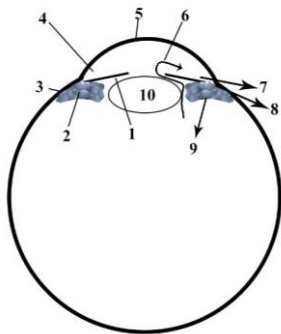


Рис. 1. Схематичне зображення проходження рідини в оці:

1 - діафрагма; 2 - циліарне тіло; 3 - склера; 4 - кут передньої камери; 5 - рогівка; 6 - рух внутрішньоочної рідини; 7 - трабекулярний шлях відтоку внутрішньоочної рідини; 8 - увеосклеральний шлях відтоку внутрішньоочної рідини; 9 - шлях проходження внутрішньоочної рідини від циліарного тіла; 10 - кришталик;

На основі математичної моделі руху внутрішньоочної рідини визначено дію сил на структури оболонки ока, враховано вплив індивідуальних параметрів пацієнта та особливостей транспортування рідини через трабекулярну мережу. Ці результати підтверджують потребу в розробці удосконаленого клапану, який враховуватиме особливості пацієнта і буде регулювати рівень тиску, що виключатиме недоліки існуючих клапанів і не допустить виникнення гіпотонії.

Література:

1. [електронний ресурс] <http://www.who.int/>
2. [електронний ресурс] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
3. Ри Дуглас Дж. Глаукома: атлас / пер. с англ. под ред. С. Э. Аветисова, В. П. Еричева. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 472 с.
4. Нестеров А. П. Глаукома. - М.: МИА, 2008. - 358 с
5. Eid T.E., Katz L.J., Spaeth G.L., Augsburger J.J. Tube-shunt surgery versus neodymium: YAG cyclophotocoagulation in the management of neovascular glaucoma // Ophthalmology.- 1997.- Vol. 104.- No. 10.- P. 1692-1700.
6. Ho C.L., Wong E.Y., Chew P.T. Effect of diode laser contact transscleral pars plana photocoagulation on intraocular pressure in glaucoma // Clin. Experiment. Oph- thalmol.- 2002.- Vol. 30.- No. 5.- P. 343-347.

УДК 519.218

Черепанський І. – ст. гр. РМЗм-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОЦІНЮВАННЯ СТАТИСТИК БІОСИГНАЛІВ КОГЕРЕНТНИМ МЕТОДОМ**

Науковий керівник: д.т.н., проф. Яворський Б.І.

Cherepanskyu I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE EVALUATION OF THE BIOSIGNALS STATISTICS USING THE COHERENT METHOD**

Supervisor: Yavorskyu B.I.

Ключові слова: біосигнал, когерентний метод

Keywords: biosignal, coherent method

В різних областях медицини поширення набули два підходи щодо способу подання біосигналів, які (підходи) визначатимуть способи математичного опису та методи опрацювання такого роду сигналів, а саме детермінований і стохастичний. Однак, в області діагностики біосигнал не можна трактувати як детермінований процес, бо інакше він не несе діагностичної інформації. Тому перший підхід використовується в області імітаційного моделювання біосигналів для задач тестування автоматизованих діагностичних систем. У випадку стохастичного підходу відомою є стаціонарна модель, яка дає опис тільки спектрального розподілу потужності коливань але не враховує фазово-часової структури біосигналів, що є важливим, оскільки зміни фазово-часової структури часто характеризують моменти прояву ранніх змін у функціонуванні органів чи систем. Аналіз різних типів біосигналів показав, що адекватним задачі діагностики зображенням їх є стохастичний нестационарний процес, зокрема, відповідно до положень енергетичної теорії стохастичних сигналів, періодично корельований та споріднені із ним випадкові процеси, що визначають загальні методи статистичного опрацювання біосигналів, найпоширенішим із яких є когерентний.

Метод ґрунтується на зведенні нестационарного випадкового процесу до стаціонарного, не відкидаючи нестационарність, а враховуючи її, із наступним застосуванням методів спектрально-кореляційного аналізу теорії стаціонарних випадкових процесів. При цьому приймається до уваги факт, що відліки значень сигналу  $\Xi$  через період корельованості  $T$  при різному виборі початкової фази  $t_0 \in [0, T)$  утворюють стаціонарну ергодичну векторну випадкову послідовність  $\{\Xi(t_0), t_0 \in [0, T)\}$ , де  $\Xi(t_0) \equiv \{\Xi(t_0 + k \cdot T), k \in Z\}$ ,  $\{\Xi(t_0), \Xi(t_1) \dots \Xi(t_n)\}$  – стаціонарні та стаціонарно пов'язані випадкові послідовності. Таким чином, статистика періодично корельованих випадкових послідовностей зводиться до статистики стаціонарних випадкових послідовностей.

В роботі пропонується до опрацювання біосигналів застосувати когерентний метод, який дасть можливість оцінювання як енергетичної так і часово-фазової структури такого роду сигналів із застосуванням методів спектрально-кореляційного аналізу теорії стаціонарних випадкових процесів.

УДК 621.311.62

Богуславський Р. – ст.гр. РМ-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ КОРЕКТОРІВ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ В СУЧАСНІЙ МЕДИЧНІЙ ТЕХНІЦІ**

Науковий керівник: к.т.н. Дозорський В.Г., к.т.н., доцент Дедів Л.Є.

Boguslavskiy R.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **APPLICATION OF POWER FACTOR CORRECTORS IN MODERN MEDICAL TECHNIQUE**

Supervisor: Dozorsky V.G., Dediv L.Ye.

Ключові слова: коректор коефіцієнта потужності

Keywords: power factor correction

Значного поширення набуває застосування імпульсних перетворювачів постійного струму (імпульсних блоків живлення) в якості мережевих блоків живлення (БЖ) сучасної медичної техніки як альтернативи низькочастотним трансформаторним БЖ. В імпульсних БЖ простими в реалізації є такі функції, як захист від ураження електричним струмом, захист від короткого замикання в навантаженні, стабілізація напруги та струму в навантаженні, що набагато важче реалізувати у випадку низькочастотних трансформаторних БЖ, та можливість роботи в широкому діапазоні значень вхідних напруг і набагато кращі масо-габаритні показники. Однак, внаслідок роботи на підвищених частотах (0,025-2,5 МГц) імпульсні БЖ є джерелами високочастотних завад, що часто обмежує області їх застосування в медичній техніці або потребує виконання додаткових схемо-технічних чи/та конструкційних заходів.

Для зниження рівня випромінювання високочастотних електромагнітних завад та для зменшення власної чутливості до них в імпульсних БЖ застосовують екранування різних типів та конструкцій, а для зниження впливу в процесі роботи імпульсного БЖ на електромережу (а через неї і на розташовану поблизу медичну техніку) застосовуються ємнісно-індуктивні протизавадні фільтри, які забезпечують подавлення завад лише до певного рівня. При цьому основним стандартом для розроблення джерел живлення є ІЕС 61000-3-2:2005 ДСТУ ІЕС 61000-3-2:2008 "Електромагнітна сумісність" [1].

Пропонується при проектуванні імпульсних БЖ застосовувати у їх структурі схемо-технічні рішення побудови активних коректорів коефіцієнта потужності, що дасть можливість практично усунути негативний вплив імпульсного БЖ на електромережу.

Література:

1. Лесів В. Аналіз топологій коректорів коефіцієнта потужності для перетворювачів електричної енергії [Електронний ресурс] / Лесів Володимир, Яськів Володимир Іванович : Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, 2011 — Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1165>.



УДК 612.78:661.831-073.97-71

Чолка О. – ст. гр. РМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **МЕТОД РОЗПІЗНАВАННЯ ГОЛОСОВИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ ФУНКЦІЇ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бачинський М.В.

Cholka O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE VOICE RECOGNITION METHOD FOR THE COMMUNICATIVE FUNCTION REABILITATION**

Supervisor: Bachinsky M.V.

Ключові слова: метод відбору, електроенцефалографічний сигнал, словесний образ  
Keywords: the method of selection, electroencephalographic signal, verbal abuse

В області нейрофункціональних досліджень актуальною сьогодні стає так звана задача «розпізнавання думок» [1] з метою відновлення або компенсації втрачених функцій організму людини (реабілітації), спричинених розладами або повною втратою функціональної можливості ділянок периферичної нервової системи (наприклад, відсутність іннервації органів голосового апарату, який забезпечує комунікативну функцію мови, внаслідок травм чи перенесених захворювань) за результатами оцінювання ступеня зміни активності нейронів кори головного мозку (як першоджерела формування комунікативних функцій). При цьому, думки розглядаються як образи (відбитки) роботи реальних фізіологічних систем (зорової, мовної, слухової тощо) на поверхні кори головного мозку у вигляді зміни її електричної активності, що проявляється в зміні параметрів електроенцефалографічного сигналу.

Умовно «думки» можна розділити на дві групи – словесні (наприклад, під час читання книжки, лічення) та графічні образи (уявлення природи, автомобіля тощо). У випадку першої групи формування словесних «думок» (в кінцевому випадку формування голосових сигналів, які складаються в слова і фрази, та забезпечують комунікативну функцію мови) супроводжується подразненням нервовими імпульсами органів голосового апарату (голосові складки подразнюються квазіперіодичною послідовністю нервових імпульсів, період яких співпадає з періодом основного тону голосових сигналів; язик та губи подразнюються нервовими імпульсами в окремі моменти часу, результатом чого є формування характерної часової структури голосових сигналів) [1-3]. Попередньо ці імпульси утворюються в окремих відділах головного мозку, які відповідають за функції мови – так звані мовні центри (сенсорний центр мовлення Верніке – відповідає за сприйняття і багаторівневий аналіз мовлення; моторний центр Брока – регулює рухи м'язів голосового апарату і керує дихальною мускулатурою; асоціативний центр – координує взаємодію перших двох центрів і відповідає за правильний підбір слів, побудову фраз і пропозицій в процесі мовлення) [1]. Саме за цими імпульсами можна ідентифікувати окремі голосові сигнали і провести їх класифікацію, декомпозицію (розбиття окремих подумки сказаних слів та фраз на фонеми, за якими стає можливим розпізнавання слова та фрази).

Відповідно до вище сказаного, розпізнавання словесних образів («словесних думок») можна проводити шляхом належного опрацювання сигналів, що відібрані або з

поверхні верхньої частини шиї в області голосових зв'язок, або сигналів з поверхні голови людини – локалізовано відібраних електроенцефалографічних сигналів [4], з метою виділення таких інформативних ознак цих сигналів, за якими в подальшому можна було б провести ідентифікацію та розпізнавання як окремих фонем так і слів.

Дослідження, спрямовані на вирішення подібної до розпізнавання словесних образів задачі проводяться у світі, при чому, у зв'язку із простішими методами апаратної реалізації засобів відбору в проектних розробках апаратно-програмних комплексів по «розпізнаванню думок» використовується ідеологія відбору та опрацювання відібраних з поверхні шиї сигналів, зокрема у дослідженнях Майкла Каллахена (США, 2012р.) [1,5], а з 1999 року в рамках наукової програми НАСА з розширення діапазону людських відчуттів (EHS) доктором Чаком Йоргенсенем з Центру ім. Еймса [1,5]. Однак, апаратно-програмні комплекси Каллахена та Йоргенсена мають обмежені функціональні можливості. Так комплекс Каллахена після декількох днів навчання здатен розпізнавати близько 150 окремих думок-слів, а комплекс Йоргенсена – лише кілька десятків. Крім того ці апаратно-програмні комплекси потребують налаштування під кожного окремо взятого оператора та досить тривалого навчання [1,5].

Для ефективного розпізнавання словесних образів пропонується використати метод, що ґрунтується на паралельному опрацюванні двох груп сигналів: перші, як і у випадку розглянутих вище апаратно-програмних комплексів, є сигналами, що відібрані з поверхні шиї в області гортані та голосових зв'язок; інша група – це електроенцефалографічні сигнали, локалізовано відібрані з ділянок поверхні голови пацієнта, що розташовані в найбільшій близькості до центрів Верніке, Брока та асоціативного центру.

Такий підхід має спростити саму процедуру розпізнавання словесних образів та наступної їх класифікації, зменшити час опрацювання. Результати досліджень можуть бути використані для побудови комп'ютеризованих систем відновлення комунікативних функцій мови людини.

#### Література

1. Силой мысли: Преобразование неосоздаваемой мысли в звучащее слово становится реальностью // <http://www.popmech.ru/technologies/7662-siloy-mysli-preobrazovanie-neosyazaemoj-mysli-v-zvuchashchee-slovo-stanovitsya-realnostyu>
2. Иваницкий А.М. “Чтение мозга”: достижения, перспективы и этические проблемы / ЖУРНАЛ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. – 2012. – Т.62, № 2. – С. 133–142
3. Дозорський, В. Представлення мовних звуків у вигляді амплітудно-модульованих сигналів в задачах корекції вимови [Текст] / В. Дозорський, Ю. Лещинин // Матеріали всеукраїнської наукової конференції Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя. – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 13–14 травня, 2009. – С.158.
4. Бачинський М.В. Математична модель електроенцефалографічного сигналу для задач побудови комп'ютерних діагностичних систем / Бачинський М.В., Дедів Л.Є., Дозорський В.Г. // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2012. – №2. – С. 186-189.
5. Сенсор волн, излучаемых мозгом, делает возможным передачу речи без голоса // <http://catalog.gaw.ru/index.php?page=document&id=4650>

Секція:

**Зварювання та споріднені процеси і технології**

УДК 621.326

Анушкевичус Р.- ст. гр. ПС-10-5

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ В УКРАЇНІ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Панчук М.В.

Anushkevychus R.

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

## **FEATURES OF THE PRODUCTION AND USE OF THE BIOGAS IN UKRAINE**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Myroslav Panchuk

Keywords: biogas, biomethane, pipeline, analysis.

Енергетична проблема в Україні нині набула особливої гостроти, що пов'язано з обмеженістю власних енергетичних ресурсів і проблемністю їх постачання з інших країн, зокрема з Росії. Тому пошук альтернативних варіантів енергозабезпечення нашої країни є вельми актуальним. Ключовим напрямом розвитку енергетики в сучасних умовах можна вважати виробництво і використання енергії отриманої з відновлювальних джерел, серед яких одним з найефективніших є біогаз, який утворюється завдяки анаеробному мікробіологічному бродінню та складається переважно з метану (55...75%), двоокису вуглецю (25...45%) і домішок сірководню, аміаку, оксидів азоту та інших (менше 1%).

Розкладання біомаси відбувається в результаті хіміко-фізичних процесів і симбіотичної життєдіяльності головним чином 3-х груп бактерій, за цього продукти метаболізму одних є продуктами харчування інших в певній послідовності. Перша група - гідролізні бактерії, друга - кислотоутворюючі, третя – метаноутворюючію. Широкий і постійно доступний спектр органічних речовин уможливорює постійне і безперервне виробництво біогазу і сприяє економії викопних енергоносіїв.

Виробництво біогазу у світі стрімко зростає з тенденцією до інтенсифікації існуючих технологій та пошуку нових видів сировини і технологій їх переробки, максимально повного корисного використання енергії біогазу. На сьогоднішній день виробництво біогазу набуло найбільшого поширення в Індії та Китаї. Характерною особливістю виробництва в цих країнах є його розміщення в теплих регіонах, що як правило не потребує штучного підігрівання вихідної сировини. За рахунок біогазу Китай практично повністю задовільняє свої потреби у блакитному паливі.

В Європі використання біогазу набуло найбільшого поширення у таких країнах, як Данія та Німеччина, а у Швеції почали розвивати інфраструктуру, яка дає змогу заправляти автобуси й легкові автомобілі зрідженим біогазом, який заздалегідь збагачено до якості природного газу.

Україна, маючи розвинену сільськогосподарську базу, володіє потужним потенціалом щодо виробництва біогазу, який можна виробляти з широкого спектра органічних субстратів як тваринного, так і рослинного походження. І хоча даний

напряму ще не отримав належного розвитку в нашій країні нині великий інтерес до виробництва біогазу почали проявляти ряд вітчизняних підприємств, серед яких переважно агрохолдинги, які здійснюють масштабне виробництво сільськогосподарської продукції. Тож за впровадженням біогазових технологій в Україні слід чітко усвідомлювати майбутні доходи, спиратись на вітчизняні технології та обладнання, державну підтримку й орієнтуватись на інтенсивні процеси з виробництва енергетичного біогазу.

Суттєвою перевагою використання біогазу для українських полів є те, що біогазові установки видають високоефективні знезаражені добрива, які повертають в ґрунт поживні речовини і лігнін як основу утворення гумусу та забезпечують виробництво екологічно чистої продукції. Для переведення на біогаз можна використовувати тільки частину продукції. Коефіцієнт доступної побічної продукції для виробництва біогазу становить близько 50% від збору соняшника, ріпаку та кукурудзи на зерно.

Біогаз є кліматично нейтральним продуктом, оскільки біомаса, яка використовується, протягом усього вегетаційного періоду забирає з атмосфери вуглекислий газ, який потім знову вивільняється під час спалювання біогазу або біометану. В ідеальному випадку можна досягти його кліматично нейтрального або навіть позитивного використання. Крім того, біогаз і біометан, що застосовуються у виробництві електроенергії, замінюють собою викопні енергоносії, такі як вугілля, природний газ і нафта, використання яких спричиняє велику кількість парникових викидів.

Виробництво біогазу може забезпечити доходи і зайнятість на регіональному рівні і сприятиме розвитку села, воно не суперечить первинному сільськогосподарському виробництву, а, навпаки, становить в контексті структурної зміни сільського господарства розумну дохідну альтернативу сільськогосподарським підприємствам. У той же час, моделі співпраці дають можливість мінімізувати ризики і успішно поєднати знання і досвід різних сторін – фермерів, розробників проектів і постачальників енергії.

Серед усіх поновлюваних енергій біогаз має особливий статус, оскільки він знаходить різноманітне застосування у сферах електроенергетики, виробництва тепла і використовується в якості пального, а також може постійно вироблятися відповідно до потреб на основі наявної місцевої сировини. Крім того, оброблений біогаз можна використовувати гнучко і незалежно від місця виробництва завдяки можливості його подачі до газотранспортної системи та сховищ, що допомагає врівноважити дисбаланс інших поновлюваних енергій, таких як вітрова та сонячна.

Біогаз може відіграти значну роль у подальшому розвитку й реалізації української енергетичної стратегії, яка орієнтується не лише на охорону клімату та поновлюваність, а й на безпеку енергопостачання та енергетичну автаркію. В цілому, просування поновлюваних джерел енергії повинно якнайкраще відповідати потребам ринку з тим, щоб забезпечити ефективність витрат та передове виробництво і застосування такої енергії.

**Висновок.** Україна, як аграрна держава, має значний потенціал для розвитку власного ринку біогазу, що є надзвичайно важливим чинником в умовах нестабільної світової економіки, та росту цін на традиційні енергоносії.

УДК: 621.326

Тарашук П. – ст. гр. МЗ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АКТИВОВАНА ДУГОВА МЕТАЛІЗАЦІЯ**

Науковий керівник асистент Фостик В.Б

Tarashchuk P.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ACTIVATED ARC METALLIZATION**

Supervisor: Fostyk V.B

Ключові слова: зварювання, металооброблення

Keywords: welding, metalworking

Металізація – це процес нанесення металевого покриття на поверхню виробу шляхом осаджування на неї рідкого металу, який розпиляється газовим струменем. Процес металізації реалізується шляхом подачі металевого дроту до джерела нагрівання внаслідок чого проходить його швидке розплавлення, а рідкий метал під тиском газового потоку захисного газу розпиляється на частинки розміром 0,001...0,2 мм, які підхоплюються цим струменем та з великою швидкістю вдаряються в поверхню деталі з'єднуючись із нею.

Джерелом тепла при активній дуговій металізації (АДМ) є дуговий розряд, що горить між двома плавкими електродними дротами та тепло горіння горючого газу, що одночасно подається в зону дугового розряду.

Суттєвою відмінністю АДМ від дугової металізації є наявність малогабаритної високоефективної камери горіння повітряно-пропанової суміші, яка також використовується в якості транспортуючого газу. В наслідок чого продукти горіння утворюють на виході сопла надзвуковий потік частинок розплавленого металу із швидкістю 1500 м/с при температурі 2200 К.

Таким чином, спосіб АДМ врахував недоліки типових покриттів отриманих способом дугової металізації та ефективно забезпечує:

- зниження окислення напиляючого матеріалу та вигорання легуючого елементу;
- збільшену швидкість частинок напиляючого матеріалу;
- кут розкриття потоку не перевищує 10 градусів, при цьому коефіцієнт інтенсивності металізації збільшується до 0,85;
- пористість металевих покриттів 2-4 %, щільність покриттів із алюмінієвих сплавів наближається до щільності литого металу.

Використання технології АДМ дозволяє наносити на деталі зносостійкі покриття підвищеної міцності зчеплення, які витримують високі контактні навантаження в тому числі і при ударному навантаженні.

Проаналізувавши переваги АДМ в порівнянні із традиційним способом дугової металізації можна відмітити підвищену продуктивність та якість нанесеного даним способом покриття, що визначає перспективу використання даного способу відновлення спрацьованих деталей машин.

УДК 621.326

Кучера В. -ст. гр. ТЗ-10-1

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## **ОСОБЛИВОСТІ ТЕРМОРЕЗИСТОРНОГО ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАСОВИХ ТРУБ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Панчук М.В.

Kuchera V.

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

## **FEATURES OF THE ELECTROFUSION WELDING OF THE PLASTIC PIPES**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Myroslav Panchuk

Keywords: process, welding, polyethylene, pipes.

Застосовувані в даний час способи зварювання поліетиленових труб при спорудженні та ремонті нафтогазопроводів є загальноприйнятими. Проте світова і вітчизняна тенденція їхнього розвитку все більше зміщуються в сторону зварювання за допомогою терморезисторних з'єднань.

Довгий час вважалось, що даний вид зварювання набагато дорожчий і складніший альтернативних. За цього не враховувалися наступні чинники: - підвищення надійності отриманого з'єднання за рахунок великої площі зварюваної поверхні і механічного обтиснення труби терморезисторною муфтою; - можливість з'єднання труб з товщиною стінки менше 5 мм (що не передбачає зварювання встик); - автоматичний безперервний процес терморезисторного зварювання з протоколюванням її параметрів; - простота у застосуванні, легкість і надійність терморезисторного зварювального устаткування.

Введення параметрів терморезисторного зварювання в апарат залежить від конструкції обладнання і сполучної деталі і можливий декількома способами:

- ручним, з встановленням основних параметрів вручну;
- автоматичним, шляхом зчитування необхідної інформації (з допомогою спеціального олівця або сканера) з штрих коду муфти або магнітної картки, що поставляється виробником індивідуально з кожним виробом.

Схема штрих коду стандартизована і дає можливість не тільки визначити параметри зварювання, а й фіксувати такі дані, як температурна компенсація і дані про виробника. Зварювальний апарат коригує енергію необхідну для даного процесу зварювання, завжди індивідуально залежно від температури навколишнього середовища. Зафіксований в штрих коді час зварювання для температури навколишнього середовища 20° автоматично збільшується при більш низькій температурі і зменшується при більш високій. Завдяки цьому в закритій, захищеній фітінгом зоні контакту створюються при різній зовнішній температурі приблизно однакові умови зварювання. За допомогою технології штрих коду і конструювання універсальних зварювальних апаратів стала можливою оптимізація параметрів зварювального процесу. Чинні міжнародні національні стандарти дозволяють в даний час використовувати діапазон малих напруг до 48 В, що дає можливість враховувати оптимальні параметри, беручи до уваги температурний діапазон і товщину стінки, що б досягти високої якості з'єднання.

УДК 621.326

Липчук М.-ст. гр. ТБ-10 - 1

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## **ВИКОРИСТАННЯ ПЛАСТМАСОВИХ ТРУБ В СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Панчук М.В.

Lypchuk M .

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

## **EXPLOITATION OF THE PLASTIC PIPES IN THE WATER-SUPPLY SYSTEMS**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Myroslav Panchuk

Keywords: plastic, system, water supply.

На протязі багатьох десятиліть основним матеріалом для систем холодного та гарячого водопостачання були сталеві оцинковані труби. Але необхідність збільшення періоду експлуатації, підвищення безпеки життєдіяльності, зниження металоємності і відповідно експлуатаційних витрат та покращення комфорту всередині приміщення заставляють вчених проводити дослідження з метою використання для цих систем інших матеріалів. Такими матеріалами на сьогоднішній день стали пластмаси. Ринок пластмасових труб розвивається досить швидкими темпами, тому для їхнього раціонального використання актуальним завданням є вивчення та систематизація характерних особливостей, різновидів, переваг та недоліків полімерних матеріалів.

Відзначимо основні позитивні якості, притаманні для пластмасових труб:

- висока корозійна і хімічна стійкість, довговічність ( термін служби досягає 50 і більше років);
- низький коефіцієнт шорсткості, рівний 0,01, що в середньому в 20 разів менше, ніж у сталевих і приблизно в 40-50 разів менше, ніж у чавунних;
- вимагають менших витрат електроенергії на перекачування рідини;
- в 5-7 разів легші від сталевих, що полегшує монтажні роботи, особливо в обмежених умовах;
- низька теплопровідність матеріалу, що знижує теплові втрати і зменшує утворення конденсату на зовнішній поверхні труб;
- простий у виконанні зварювальний процес, висока надійність зварних швів та з'єднань протягом всього терміну експлуатації трубопроводів;
- ремонтпридатність, що дозволяє швидко ліквідувати механічні пошкодження;
- мінімальна звукопередача в приміщенні за рахунок високої пластичності стінки, що дозволяє збільшувати швидкість рідини, яка транспортується в напірних трубопроводах до 6-9 м / с без порушення санітарних акустичних норм;
- низька ймовірність фізичного руйнування трубопроводу при замерзанні рідини, тому що за цього труба збільшується в діаметрі, а потім, при відтаванні рідини, набуває колишній розмір;
- практично відсутня небезпека фізичного руйнування трубопроводу від гідроударів внаслідок порівняно низького модуля пружності;
- простий і швидкий монтаж;

- можливість як прихованого, так зовнішнього прокладання.  
До недоліків пластикових труб відносяться:
- обмеження стосовно робочого тиску;
- неможливість застосування в системах протипожежного водопроводу;
- старіння під впливом прямих сонячних променів.

Перераховані недоліки швидше можна віднести до особливостей пластмасових труб, адже, як правило, при порівнянні за еталон приймають сталеві водогазопровідні оцинковані труби, а невідповідності з ними розглядають як недоліки інших конструкцій.

В даний час на будівельному ринку представлені види труб з таких полімерних матеріалів: полівінілхлориду (ПВХ), поліпропілену (PP), поліетилену (PE), зшитого поліетилену (PEX), металопластикові труби (PEX-AL-PEX).

Особливостями труб з ПВХ є те, що для монтажу не потрібні спеціальні інструменти - вони з'єднуються методом «холодного зварювання» або в розтруб на гумову манжету.

Труби з поліпропілену виготовляються у вигляді одношарових і багатошарових конструкцій. За цього багатошарові поліпропіленові труби представлені трьома видами, які мають такі характерні особливості:

- алюмінієва фольга кріпиться поверх товстостінної робочої труби (PP) за допомогою клею і покривається тонким захисним шаром поліпропілену;
- з'єднання робочої труби, фольги і захисного шару проводиться за допомогою перфорованих у фользі отворів;
- листкова конструкція, що включає шар менш пластичного шаруватого полімеру між двома шарами основного.

Поліетиленові труби (PE) призначені для спорудження зовнішніх і внутрішніх напірних трубопроводів. У порівнянні з іншими полімерними матеріалами поліетилен має найнижчу граничну температуру виконання робіт  $-20^{\circ}\text{C}$ , що особливо важливо для укладання й експлуатації труб в зимових умовах. Для зміцнення та підвищення термостійкості поліетилену, його обробляють під високим тиском, в результаті чого між молекулами утворюються додаткові поперечні зв'язки (містки). PEX-труби широко використовуються в системах водяних теплих підлог і системах сніготанення

Металопластикові труби PEX-AL-PEX представлені у вигляді тришарової конструкції, що складається з основної труби зі зшитого поліетилену, шару алюмінієвої фольги завтовшки 0,2–0,5 мм і захисної оболонки з поліетилену, яка створює високу механічну міцність і опір внутрішньому тиску.

## **Висновки**

1. Застосування пластмасових труб технічно і економічно доцільно у багатьох комунальних системах в сформованих умовах експлуатації, завдяки їх перевагам у порівнянні з поширеними сталевими трубопроводами.
2. Великий асортимент труб з полімерних матеріалів дозволяє підібрати тип труби, що забезпечує створення довговічної системи для конкретних умов експлуатації.
3. Застосування пластмасових трубопроводів для забезпечення розрахункової довговічності труб вимагає врахування їх особливостей на всіх стадіях проектування, монтажу та експлуатації.



УДК 621.326

Попов М. - ст. гр. ТЗ-10-1

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## **ОЦІНКА НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ЗВАРНИХ СТИКІВ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ**

Науковий керівник: проф. Шлапак Л.С.

Popov M.

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

### **EVALUATION OF STRESS WELDED JOINTS OF MAIN PIPELINES**

Supervisor: Prof. Lubomyr Shlapak

Keywords: residual stresses, diagnostic method, welded joints

Багато конструкцій та споруд в Україні експлуатуються уже тривалий час, і немало з них відпрацювали амортизаційний термін. Відповідно надійна оцінка працездатності зварних оболонкових конструкцій тривалої експлуатації вимагає комплексного підходу, важливою складовою якого є напружений стан елементів, особливо в зварних з'єднаннях, які є концентраторами напружень.

У зоні зварних з'єднань зварювальні залишкові напруження знакомінні, нерівномірно розподілені вздовж осі і за товщиною стінки труби і можуть суттєво впливати на рівень та характер розподілу сумарних експлуатаційних напружень. Існуючі експериментальні неруйнівні підходи до визначення напружень, не завжди придатні через недостатню повну інформацію про їх розподіл в околі зварного з'єднання конструкції. Використання розрахункових методів обмежене необхідністю мати повну інформацію про технологію та умови зварювання і застосовувані способи релаксації напружень. Це, здебільшого, обмежує використання таких методів для діагностики напружень у зварних з'єднаннях магістральних трубопроводів. У зв'язку з цим актуальним завданням є створення та удосконалення розрахунково-експериментальних методів визначення напруженого стану. Особливо важливо це є для конструкцій тривалої експлуатації, інформація про які недостатньо повна. В експлуатаційних умовах для оцінки напруженого стану трубопроводів найчастіше застосовують електромагнітний і ультразвуковий методи неруйнівного контролю.

Досліджували відводи діаметром 160, вирізані з магістрального газопроводу. Аналізовані зразки досліджували за допомогою твердоміра ТДМ – 1, товщиноміра Stresstel T- Score III і приладом для вимірювання напружень ИНИ 1-Ц.

У результаті проведених досліджень встановлено наступне. Усі напруження мають коливний характер із інтенсивним затуханням при віддаленні від осі шва. Осьові напруження є значно меншими від кільцевих і в околі шва на внутрішній стінці вони розтягувальні, а на зовнішній - стискальні. Найбільшими за величиною та градієнтом є кільцеві напруження, саме вони найнебезпечніші з точки зору поширення тріщин. Застосування декількох неруйнівних методів для оцінки залишкового напруженого стану забезпечить мінімальну похибку.

УДК: 621.326

Бирда В. – ст. гр. МЗ-31

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ОЦІНКА ОСНОВНИХ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОКРИТИХ ЕЛЕКТРОДІВ

Науковий керівник асистент Фостик В.Б

Byrda V.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## ASSESSMENT TECHNICAL SPECIFICATIONS COATED ELECTRODES

Supervisor: Fostyk V.B

Ключові слова: зварювання, захисне покриття

Keywords: welding, protective coating

Під технічними характеристиками зварювальних матеріалів розуміють коефіцієнти: розплавлення  $\alpha_p$ , наплавлення  $\alpha_n$ , втрат  $\psi$ . Для якісної оцінки розплавлення електродного металу користуються коефіцієнтом  $\alpha_p$ , який визначається за формулою:  $\alpha_p = G_p / I_{зв} * t$ , де  $G_p$  - маса розплавленого електродного металу за час  $t$ , г;  $t$  - час горіння дуги, год;  $I_{зв}$  - сила зварювального струму, А. Для оцінки процесу наплавлення використовують коефіцієнт  $\alpha_n$ , який визначається за формулою:  $\alpha_n = G_n / I_{зв} * t$ . Втрати електродного металу визначає коефіцієнт  $\psi$ , який визначається за формулою:  $\psi = ((G_p - G_n) / G_p) 100$ .

Використовували металеві пластини розміром 100×150×5 мм із сталі ВСт3сп, зварні шви виконували РДЗ з використанням електродів марок МР-3, АНО-24. Зварювання проводили при  $I_{зв}$ : 130, 150, 170 А.  $\alpha_n$  визначається шляхом зважування пластини,  $\alpha_p$  визначається шляхом замірювання довжини електродів після зварювання. Експериментальні результати досліджень показані на рисунку.

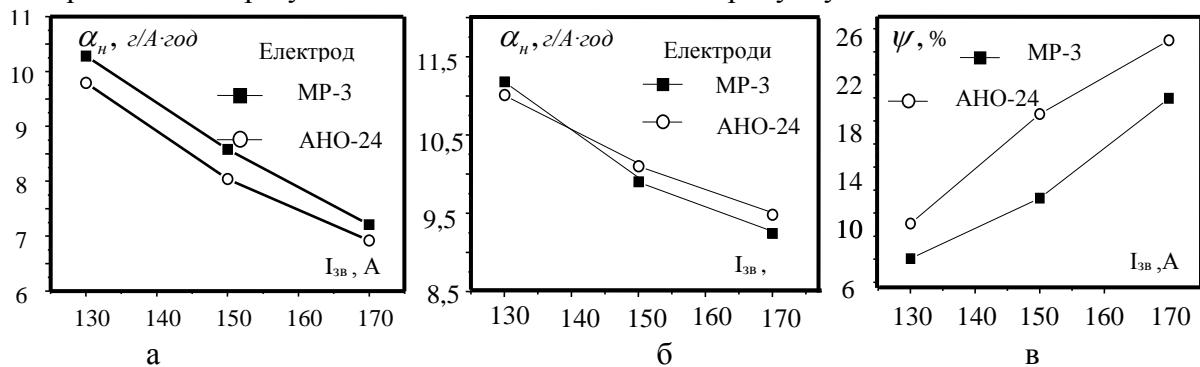


Рисунок - Графік залежності коефіцієнтів  $\alpha_n$  (а),  $\alpha_p$  (б),  $\psi$  (в) від величини  $I_{зв}$

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що при збільшенні величини  $I_{зв}$ , коефіцієнти  $\alpha_p$ ,  $\alpha_n$  зменшуються, а величина коефіцієнта  $\psi$  зростає, це відбувається через збільшення розбрикування металу.

УДК 629.33:621.791.1

Серкін І. – ст. гр. МЗ-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАС НАГРІТИМ ІНСТРУМЕНТОМ**

Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент Окіпний І.Б.

Syerkin I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **HEATED TOOL WELDING OF PLASTICS**

Supervisor: Okipnyi I.

Ключові слова: пластмаси, термопласти.

Keywords: plastics, thermoplastics.

Зварювання нагрітим інструментом є найбільш універсальним для з'єднання різних виробів з термопластів (плівок, листів, труб, стрічок, профілів і ін.). При зварюванні цим способом присадний матеріал не застосовується. Для нагрівання поверхонь, що з'єднуються, використовуються металеві інструменти різної форми, а нагрів може здійснюватися шляхом безпосереднього контакту з поверхнями (пряме нагрівання застосовується в основному для зварювання товстостінних виробів) або підведенням тепла з зовнішньої сторони через всю товщину деталі (непряме нагрівання використовується для зварювання плівок і тонких листів). Після нагрівання поверхонь, що зварюються, до необхідної температури деталі з'єднують під тиском, а потім охолоджують.

При підведенні тепла з зовнішньої сторони виробів нагрівальні інструменти одночасно служать і для створення тиску в зоні зварювання. Нагрівання виробів може бути одностороннім або двостороннім. Двостороннє нагрівання застосовується тільки в тих випадках, коли конструкція виробу, що зварюється, дозволяє підводити нагрівачі з двох сторін.

Внаслідок низької теплопровідності термопластів температура по товщині деталей при непрямому нагріванні розподіляється нерівномірно. Лише через деякий час після контакту матеріалів з нагрітим інструментом поверхні виробів, які з'єднуються, набувають температуру, необхідну для зварювання. Спочатку найнижча температура встановлюється в місці зварювання, а найвища — на поверхні матеріалу. В міру збільшення тривалості нагрівання перепад температур поступово зменшується. Оскільки необхідно, щоб матеріал у місці з'єднання розігрівся до певної температури, то температура нагрівача повинна бути вище температури зварювання, тому при непрямому нагріванні завжди має місце перегрів верхнього шару матеріалу, особливо при односторонньому нагріванні. Двостороннє нагрівання дозволяє за більш короткий час розігріти матеріал до необхідної температури. Неармовані плівки товщиною до 150 мкм рекомендується зварювати при односторонньому нагріванні, а плівки товщиною понад 150 мкм - при двосторонньому.

Зменшення часу зварювання за рахунок підвищення температури інструмента збільшує небезпеку термодеструкції термопласту і може привести до небажаної деформації розм'якшеного матеріалу в зоні шва.

УДК 629.33:621.791.1

Тарашчук П. – ст. гр. МЗ-31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **УЛЬТРАЗВУКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАС**

Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент Окіпний І.Б.

Tarashchuk P.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **ULTRASONIC WELDING OF PLASTICS**

Supervisor: Okipnyi I.

Ключові слова: пластмаси, ультразвукове зварювання, хвилепровідна система.

Keywords: plastics, ultrasonic welding, waveguide system.

Характерними рисами ультразвукового зварювання пластмас є малий час зварювання (не більш декількох секунд); висока якість звареного з'єднання і стабільність процесу; локальне тепловиділення в зоні зварювання, що виключає перегрів пластмас; можливість зварювання по забруднених поверхнях; можливість зварювання ряду пластмас на великій віддалі від місця введення коливань та ін.

Ультразвук широко використовується для зварювання більшості полімерних плівок, синтетичних тканин і штучних шкір, формованих деталей з поліолефінів, полістиролу, поліаміду і ряду інших пластмас. Особливо доцільне застосування зварювання ультразвуком в умовах масового виробництва.

Ультразвукове зварювання полягає в наступному: електричні коливання ультразвукової частоти (18—50 кГц), створені генератором, перетворюються електроакустичним перетворювачем (магніто-стрикційним або п'єзоелектричним) у механічні ультразвукові коливання амплітудою 3—5 мкм, потім підсилюються хвилепровідною системою, що складається з трансформатора пружних коливань і інструмента-хвилеводу до 20—60 мкм, і вводяться в матеріали, що знаходяться на опорі. З метою інтенсифікації процесу зварювання застосовують двостороннє підведення ультразвукових коливань до поверхонь. У цьому випадку використання другого перетворювача дозволяє збільшити енергію, що виділяється в зоні зварювання, у чотири рази.

Для створення акустичного контакту між поверхнями, необхідного для введення в матеріал механічних ультразвукових коливань, до поверхні матеріалу з боку інструмента-хвилеводу прикладається статичне зусилля притиску (зварювальне зусилля). У коливальному режимі на матеріали з боку інструмента-хвилеводу впливає також динамічне зусилля, що приводить до вібраційного нагрівання матеріалів.

Для ультразвукового зварювання специфічним є характер протікання в зоні зварювання деяких фізико-хімічних процесів. Під дією ультразвуку значно зростає швидкість дифузії макромолекул, відбувається інтенсивне перемішування розплаву полімеру, може мати місце часткова деструкція макромолекул і ін. Ці фактори прискорюють процес зварювання і дозволяють проводити його при більш низьких температурах у порівнянні з іншими способами зварювання.

Секція:

Фізика

УДК 535.233

Смолух І. - ст. гр. РП-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ВИПРОМІНЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ВОЛЬФРАМУ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Крамар О.І.

Smolyukh I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

### **DETERMINATION OF WOLFRAM EMISSIVITY**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Kramar O.I.

Ключові слова: теплове випромінювання, сіре тіло, енергетична світність.

Key words: thermal radiation, gray body, emissivity.

При дослідженні випромінювання довільного розжареного тіла в якості основних характеристик використовують певним чином модифіковані параметри, введені для абсолютно чорного тіла. Зокрема, закон Стефана-Больцмана для інтегральної енергетичної світності у випадку нечорних тіл (так-званих "сірих") необхідно подавати у вигляді:

$$R_T = B(T)\sigma T^{n(T)}, \quad (1)$$

де  $\sigma$  - стала Стефана-Больцмана,  $B(T)$  та  $n(T)$  – величини, характерні для кожного конкретного тіла, причому вони залежні від стані поверхні та температури тіл. У деякому досить вузькому інтервалі значень температури величини  $B$  та  $n$  можна вважати сталими. Саме тому розрахунок реалістичних значень інтегральної енергетичної світності потребує розрахунку значень введених констант.

У даній роботі визначення  $B$  та  $n$  базується на двох методиках, які взаємно доповнюють одна одну. Перший метод базується на визначенні потужності випромінювання сірого тіла (розжареної нитки, спіралі лампи тощо) та використання пірометра для визначення яскравісної температури  $T_y$  (про зв'язок між температурою  $T_y$  і дійсною температурою  $T_0$  детальніше див. [1]).

У даній роботі досліджуванім тілом є вольфрамова нитка жарівки, причому наближено можна вважати, що при високій температурі потужність  $P$ , яку споживає лампа, практично повністю витрачається на випромінювання тобто  $R_T = P$ . Логарифмуючи вираз (2) маємо:

$$\ln P = \ln B + n \ln T_0. \quad (2)$$

Побудувавши залежність  $\ln P$  від  $\ln T_0$ , можна знайти  $n$  як тангенс кута нахилу прямої  $T_0$  до осі абсцис і сталу  $\ln B$ . Для більш точного розрахунку з урахуванням втрат через теплообмін проведено також розрахунок відповідного доданку різницеvim методом [1] на основі електричних вимірювань споживаної потужності, напруги, сили струму та опору вольфрамової нитки розжарення лампи. Обидва методи дали близькі результати та можуть бути використані для доповнення лабораторного практикуму з квантової оптики для студентів технічних спеціальностей.

#### **Література**

[1] Загальна фізика: Лабораторний практикум / за ред. І.Т. Горбачука.- К.: ВШ, 1992.- 512 с.

УДК 537.31

Орнатівська В.– ст. гр. СН-21, Форись І. - ст. гр. – СІ-11

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ЕФЕКТ КОМПТОНА

Науковий керівник: доцент, канд. пед. наук Кульчицький В.І.

Ornatovska V., Forys I.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## COMPTON SCATTERING

Supervisor: Kulchytskiy V.

Ключові слова: ефект Комптона, квантова оптика, електромагнітне поле, електромагнітна взаємодія, фотон.

Keywords: Compton scattering, quantum optics, electromagnetic field, electromagnetic interaction, photon.

Ефект Комптона - пружне розсіювання електромагнітного випромінювання на вільних електронах, що супроводжується збільшенням довжини хвилі; спостерігається при розсіюванні випромінювання малих довжин хвиль - рентгенівського та гамма-випромінювання.

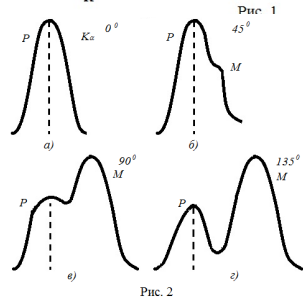
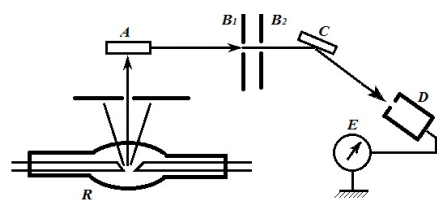


Схема досліду Комптона подана на рис. 1, де  $R$  - рентгенівська трубка,  $A$  - речовина, у якій розсіювались рентгенівські промені  $B_1, B_2$  - система діафрагм, які виділяють вузький промінь.

Було виявлено, що у розсіяному випромінюванні є як промені з довжиною хвиль  $\lambda$ , що збігається з

довжиною хвилі первинних променів, так і промені з довжиною хвилі  $\lambda' > \lambda$ . Отже, поряд із класичним розсіюванням із незмінною довжиною хвилі, існує розсіювання з довжиною хвилі, зміщеною в бік більших довжин хвиль. Цей новий тип розсіювання отримав назву **ефекту Комптона**. Рис. 2 ілюструє результат спостереження розсіювання рентгенівських променів від графіту при різних кутах розсіювання. Як видно, із

зростанням кута зростає інтенсивність зміщеної компоненти  $M$  і збільшується величина зміщення; інтенсивність не зміщеної компоненти  $P$  спадає із зростанням кута. Той факт, що величина зміщення лінії не залежить від природи речовини, яка розсіює, показує, що механізм комптонівського розсіювання не пов'язаний з індивідуальними

властивостями атомів:

$$\frac{\mathcal{E}_e}{h\nu} = \frac{2\alpha \sin^2 \frac{\varphi}{2}}{\lambda + 2\alpha \sin^2 \frac{\varphi}{2}}$$

Ретельні вимірювання розподілу інтенсивності всередині комптонівської лінії, що відображає розподіл електронів розсіюючої речовини за швидкостями, підтвердили правильність квантової теорії, згідно з якою електрони підпорядковуються статистиці Фермі – Дірака. Повну теорію цього явища дає квантова електродинаміка.

УДК 523.34, 523.45

Кузюк А. - ст. гр. МЗ-21, Грицик В. - ст. гр. МЗ-21, Данилишин О. - ст. гр. МЗ-21, Королько М. - ст. гр. МІ-21

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СУЧАСНІ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОСМІЧНОГО ПРОСТОРУ: КИТАЙСЬКА ПРОГРАМА ВИВЧЕННЯ МІСЯЦЯ**

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Крамар О.І.

Kuziuk A., Grytsyk V., Danylyshyn O., Korolko M.  
*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **MODERN AND PERSPECTIVE RESEARCHES OF SPACE: CHINESE LUNAR EXPLORATION PROGRAM**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Kramar O.I.

Ключові слова: космос, Сонячна система, Місяць.

Key words: space, Solar System, Moon.

В останнє десятиліття значно посилюється інтерес науковців до Місяця, зокрема у найближчі роки планується цілий ряд космічних проектів, у тому числі пілотований. Причиною такого сплеску інтересу є як зростання технічних можливостей широкого кола світових космічних наукових установ, так і цілком реальні перспективи практичного освоєння місячної поверхні (наприклад, можливість видобутку гелію-3 з реголіту як палива для майбутніх термоядерних реакторів, побудова постійно діючої місячної бази тощо). З-поміж космічних держав найбільш вражаючий поступ у минулі роки продемонструвала КНР. Метою даного оглядового дослідження є аналіз основних завдань китайської наукової програми вивчення Місяця, детальна характеристика етапів її реалізації та обговорення сучасних досягнень. Також у роботі обговорюються найбільш помітні наукові факти досліджень космічного простору минулого року (зокрема, дослідження Ганімеда - супутника Юпітера та нові результати марсіанської наукової лабораторії – зонду Curiosity).

Місячна програма Китаю умовно може бути розділена на декілька етапів: польоти по навколomisячній орбіті (2007-2010 р.р.), м'яка посадка на Місяць (сучасний етап, висадка місяцеходу) та доставка місячного ґрунту на Землю (найближчі роки). Космічний апарат "Чан'є-3" з місяцеходом "Юйту" запущено 1 грудня 2013 р., а 14.12.2013 р. він успішно здійснив посадку на Місяць. Параметри місяцехода "Юйту": довжина 1,5 м, ширина 1 м, висота 1,1 м, (дещо менші, ніж у марсоходів Spirit та Opportunity), повна маса 140 кг, корисна маса 20 кг. Автоматичний апарат, розроблений Shanghai Aerospace System Engineering Institute та Beijing Institute of Spacecraft System Engineering, мав широкі можливості: передача відео у реальному часі, здатність долати перешкоди нахилом до 30 градусів, здатність розвивати швидкість до 200 м/год, здатність витримувати перепади температури до 300 °С, запас ходу – до 10 км, оснащений сонячними батареями, обігрів на основі плутонієвого нагрівного елемента. "Юйту" успішно виконував свої завдання близько двох місяців.

У жовтні 2014 р. старт автоматичної місячної станції "Чан'є-5Т1" зробив можливим обліт навколо Місяця, фото його зворотного боку та повернення на Землю посадкового модуля. Третій етап, започаткований "Чан'є-5Т1", передбачає доставку на Землю зразків місячного ґрунту і включає в себе місії "Чан'є-5" і "Чан'є-6" (2017-2020 рр.).

УДК 537.31

Савка О. – ст. гр. СН-22

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ФІЗИЧНІ КОНСТАНТИ**

Науковий керівник: канд. пед. наук, доцент Кульчицький В.І.

Savka O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **FUNDAMENTAL PHYSICAL CONSTANTS**

Supervisor: Kulchytskyi V.

Ключові слова: фундаментальні фізичні константи, електромагнітне поле.

Keywords : fundamental physical constants, electromagnetic field.

Поділ фізичних констант на фундаментальні константи та похідні параметри в принципі дуже довільний. Фундаментальними вважають такі константи, які входять у рівняння найбільш «простим» шляхом і мають найбільш зрозумілий фізичний зміст. Набір незалежних фундаментальних констант являє собою ряд фізичних параметрів, не пов'язаних один з одним теоретично. Кожна з них повинна бути визначена з дослідів. Нас цікавить питання про число констант, які потрібно знати, щоб мати можливість теоретично обчислити всі інші фізичні параметри. Очевидно, що таке питання має сенс лише в рамках сучасних фізичних теорій. Щоб зрозуміти сучасний стан розглянутої проблеми, перерахуємо ряд фундаментальних констант:

1) Стала тонкої структури:  $\alpha = e^2/\hbar c \approx 1/137$ .

2) Відношення мас електрона  $m_e$  і протона  $m_p$ :  $\beta = m_e/m_p \approx 1/1836$ .

3) Гравітаційна стала в природних атомних одиницях:  
$$\gamma = \frac{(m_p^2 G)/(\hbar / m_p c)}{m_p c^2} = 5.902 \cdot 10^{-39}.$$

4) Константа, що характеризує силу так званої слабкої взаємодії, відповідальної за розпад ядер. Слабкі взаємодії не мають нічого спільного з ядерними силами, електромагнетизмом і гравітацією та характеризуються однією-єдиною константою зв'язку. Ця фундаментальна взаємодія приблизно в 1014 разів менше ядерної взаємодії.

5) Відношення мас електрона  $m_e$  і  $\mu$ -мезона  $m_\mu$ :  $m_e/m_\mu \approx 1/200$ .

6) Нарешті, існує кілька констант, що описують сильні взаємодії. Окремим випадком цих взаємодій є ядерні сили. Невідомо, скільки потрібно мати незалежних констант, щоб описати ядерні сили. Розглянемо дві такі константи:

$$S_1 = \frac{(\text{маса } \circ \pi - \text{мезона})}{(\text{маса } \circ \text{протона})} \approx 0,15, \quad S_2 = \frac{B_D}{m_p c^2} \approx 2,35 \cdot 10^{-3}.$$

Тут  $B_D = 2,23 \text{ MeV}$  - енергія зв'язку дейтрона.

Квантова електродинаміка, як теорія атомів, молекул і речовини в цілому, містить, по суті, лише дві фундаментальні емпіричні константи:  $\alpha$  та  $\beta = m_e/m_p$ . Це означає, що всі фізичні величини в цій галузі фізики залежать від двох зазначених констант і теорія, в принципі, може дати цю залежність.



УДК 53.1

Шинкар І. – ст. гр. ХЕ-11, Мамедова Е. – ст.гр. ХІ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ІВАН ПУЛЮЙ – ВИДАТНИЙ ВЧЕНИЙ ФІЗИК ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІК**

Науковий керівник: к.і.н., доцент Рокіцький О.М.

Shynkar I., Mamedova E.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **IVAN PULUJ – PROMINENT SCIENTIST, PHYSICIST, ELECTRICAL ENGINEER**

Supervisor: Rokitskyi O.M.

Ключові слова: вчений, фізик, електротехнік

Keywords: scientist, physicist, electrical engineer

Після закінчення навчання у Віденському університеті Іван Пулюй – асистент кафедри експериментальної фізики цього університету, згодом – асистент-викладач кафедри фізики, механіки та математики Військово-морської академії у м. Фіуме (тепер Рієка в Хорватії). У 1875 р. в Страсбурзькому університеті вивчає електротехніку, захищає дисертацію і здобуває ступінь доктора філософії (спеціалізація з фізики). Обіймав посади технічного директора електротехнічного бюро у Відні, професора експериментальної та технічної фізики Німецької вищої технічної школи у Празі, перший декан першого в Європі електротехнічного факультету, засновник та президент електротехнічних товариств у Відні і Празі.

За заслуги в розвитку науки і техніки, за працю на педагогічній ниві цісар Франц-Йосиф іменував Івана Пулюя Радником Двору, нагородив Лицарським Хрестом.

Як не прикро, але в Україні ім'я Пулюя донедавна багатьом було невідоме. Тільки із здобуттям незалежності про нього заговорили, його наукові здобутки стають надбанням нації.

Вчені особливо відзначають праці Івана Пулюя в галузі молекулярної фізики – дані про коефіцієнти внутрішнього тертя та дифузії газів і пари є вихідними, коли обчислюють такі мікроскопічні величини, як середня довжина вільного пробігу молекул, їх кількість в одній граммамолекулі тощо. В галузі світлотехніки Іван Пулюй удосконалив технологію виготовлення розжарювальних ниток для освітлювальних ламп, першим дослідив неонове світло. Його праці в галузі теоретичної електротехніки започаткували нові напрямки досліджень. Ряд промислово розвинених країн Європи запатентували запропоновану Іваном Пулюєм конструкцію телефонних станцій та абонентських апаратів, зокрема застосування розподільчого трансформатора. З його участю запущено ряд електростанцій на постійному струмі в Австро-Угорщині, а також першу в Європі на змінному струмі.

Досі залишається спірним питання щодо пріоритету відкриття рентгенівських променів. На дослідників діяльності Івана Пулюя ще чекають нові знахідки. Та вже й нині їх достатньо, щоб вважати Івана Пулюя основоположником науки про рентгенівські промені аж ніяк не меншою мірою, ніж Рентгена.

Секція:

**Хімія. Хімічна, біологічна та харчова технології.**

УДК 677.071.27

Верейко О. – ст. гр. БПВ-13

*Київський національний університет технологій та дизайну*

## **ХІМІЧНІ ВОЛОКНА**

Науковий керівник: доцент, Довгопол Г.О

Vereiko O. – gr.BPV - 13

*Kyiv National University Technologies And Design*

## **CHEMICAL FIBERS**

Supervisor: associate professor Dovgopol H.

Ключові слова:волокна,полімер.

Keywords: fibers, polymer.

History. The possibility of making chemical fibers from various substances (glue or resins) was predicted as early as the 17th and 18th centuries, but it was not until 1853 that the Englishman Audemars first proposed the formation of endless threads from a solution of cellulose nitrate in a mixture of ethanol and ether. In 1891 the French engineer H. de Chardonnet was the first to organize the manufacture of such threads on an industrial scale.

Properties. Chemical fibers often have high tensile strength (up to 1,200 meganewtons per sq m, or 120 kilograms-force per sq mm), high ultimate elongation, good shape retention and crease resistance, and high resistance to repeated and alternating load and to the action of light, moisture, mold, bacteria, chemicals, and heat.

Production. Of the large number of existing polymers, only those that consist of flexible, long macromolecules that are linear or only slightly branched and that have a sufficiently high molecular weight and can melt without decomposition or dissolve in available solvents are used in the manufacture of chemical fibers. Such polymers are called fiber-forming polymers. The process of producing fibers consists of the following operations: (1) preparation of the spinning solutions or melts, (2) formation of the fiber, and (3) finishing of the formed fiber. The preparation of the spinning solutions (melts) starts with the passage of the raw polymer into a state of viscous flow (solution or melt). Then the solution (melt) is cleansed of mechanical impurities and air bubbles, and various additives are mixed in to make the fibers resistant to heat and light and to give them a dull polish. The solution (melt) thus made is fed into a spinning machine to form the fibers. The formation of the fibers involves pressing the spinning solution (melt) through the fine holes of a spinneret into a medium that causes the polymer to solidify into fine fibers. The number and diameter of the holes in a spinneret can vary depending on the intended use and thickness of the formed fiber. In forming chemical fibers from a polymer melt (for example, polyamide fibers), cold air is the medium used to solidify the polymer. If the fibers are formed from a solution of a polymer in a volatile solvent (in the case of acetate fibers), a suitable medium is hot air, in which the solvent evaporates (the so-called dry forming method).

Natural fibers. Among the natural fibers are distinguished fiber plant, animal and mineral origin.

Vegetable fibers formed called stems, leaves (flax, hemp) in seeds (cotton) plants. Their basis - cellulose. Vegetable fibers have good mechanical properties.

Artificial fibers. The most important artificial fibers are viscose and acetate. As the original natural polymer to form synthetic fibers are cellulose isolated from wood or cotton fluff that stays seed after him remove the cotton fibers.

Synthetic fibers. With the development of industry created a need for new fibers that have been mechanically strong, heat-resistant, to withstand the harsh environment. In 30 years of XX century methods have been developed fiber-polymer synthesis, and in the 40s produced the first synthetic fiber.

УДК 630\*241:630\*283.9

Дячун І. - магістр гр. ХК<sub>МЗ</sub> - 61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ВМІСТ НІТРАТІВ У МОРКВИ**

Науковий керівник: д.б.н., професор Покотило О.С.

Djachun Ivan

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

### **EFFECT OF TREATMENT ON TECHNOLOGICAL NITRATE CONTENT OF CARROTS**

Supervisor: Dr., prof. O.S. Pokotylo

Ключові слова: нітрати, овочі, морква, технологічна обробка

Key words: nitrates, vegetables, carrots, technological processing

Вміст нітратів у рослинних продуктах часто перевищує гранично допустимі рівні. При цьому вміст нітратів в овочах і фруктах залежить від їх біологічних особливостей. В овочах найбільша кількість нітратів знаходиться в зелені (петрушці, укропі, салаті та ін.), коренеплодах (редисці, буряку, моркві). Порівняно мало нітратів накопичується в помідорах та моркві. Між цими двома групами овочів займають огірки та капуста. Ранні овочі вмістять нітратів більше, ніж пізні. Як правило, концентрація нітратів в тепличних овочах більша, ніж в овочах відкритого ґрунту. Відносно мало нітратів накопичується у фруктах та ягодах. Дослідження показують, що вміст нітратів в рослинних продуктах розподіляється нерівномірно. Так, наприклад, кількість нітратів в листях петрушки, укропу на 50...60% нижча, ніж в стеблах; кількість нітратів в верхній частині моркви на 80% менша, ніж у внутрішній. В огірках, редисці, навпаки, поверхневий шар вмістить на 70% нітратів більше, ніж внутрішній. Актуальним залишається питання зменшення вмісту нітратів в овочах і фруктах при приготуванні шляхом технологічної кулінарної обробки, особливо моркві як поширеного продукту харчування.

Виходячи із сказаного вище, метою нашого дослідження було вивчити вплив технологічної обробки шляхом різного часу відварювання і вимочування на вміст нітратів у моркві.

В результаті проведених досліджень встановлено, що звичайна промивка і механічна очистка моркви знижують вміст нітратів у середньому на 10%. Істотне зменшення нітратів спостерігається при вимочуванні очищених продуктів. Так, при вимочуванні протягом 1 години моркви рівень нітратів зменшується на 25-30% і діапазон розбіжностей залежить від вихідного рівня їх накопичення.

Зменшення вмісту нітратів у продуктах можна досягти при приготуванні їжі. При кип'ятінні вони переходять у відвар, і при цьому зменшується вміст нітратів у моркві - на 80%. При цьому в перші 15 хвилин нітрати переходять у відвар, тому краще злити відвар гарячим, інакше при охолодженні частина нітратів повернеться в овочі, а частина залишиться в бульйоні. Перед закладкою овочів у супи краще попередньо їх відварити. Відомо, що і при консервуванні також знижується вміст нітратів у готових продуктах. Це досягається за рахунок переходу нітратів у розсіл (при квашенні) або маринад (при маринуванні та консервуванні).

Оптимальний також виявився метод приготування моркви з високим вмістом нітратів – на пару або в мундирі – таким чином можна позбутися до 60-70% нітратів. При звичайному варінні – до 40%, при смаженні – до 15%. Для зменшення вмісту нітратів у моркві можна замочувати її на добу в 1% розчині солі або вітаміну С.

Таким чином, кулінарна технологічна обробка моркви шляхом відварювання знижує як кількість нітратів, так і шанси для їх перетворення в нітриту.

УДК 621.326

Залещик Н. - ст. гр. ХК-41

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ОСОБЛИВОСТІ ХАРЧУВАННЯ ЛЮДЕЙ ПОХИЛОГО ВІКУ**

Науковий керівник: к.б.н., доцент Сельський В.Р.

Zalyeschyk.N

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **FEEDING HABITS OF OLDER PEOPLE**

Supervisor: c.b.s., lecturer Selskiy V.R.

Ключові слова: харчування, енергетична цінність раціону.

Keywords: nutrition, energy value the ration.

Розроблений принцип організації харчування, і на їх базі засновані норми споживання харчових речовин та енергії для людей похилого віку. У старості зменшується основний обмін та витрати енергії на фізичну активність, тому в міру старіння організму необхідно знижувати енергоємність їжі.

Якщо рекомендовану енергетичну цінність добового раціону у віці від 20 до 30 років прийняти за 100%, то у 61- 70 років -79%, понад 70 років -69%. Тому добова енергетична цінність харчування для чоловіків 60-74 роки до 2000 ккал., для жінок такого ж віку -1800 ккал.

За даними ВООЗ у Європі половина випадків передчасної смерті у віці до 65 років спричинені хворобами зумовленими неправильним харчуванням. Нераціональне харчування є причиною виникнення раку в 30-40% випадків у чоловіків і 60%-у жінок.

Принципово важливо обмежити енергоємність їжі до фізіологічних норм. Слід обмежити вживання жирів до 55-60 г за добу, або до 25-30% загальної енергетичної цінності раціону. Вміст рослинних олій повинен бути не менший ніж 33% у загальному об'ємі жиру. Вміст лінолевої кислоти повинен сягати 7% енергетичної цінності.

У загальній енергетичній цінності вуглеводи їжі мають складати 55-60% за добу. Кількість вуглеводів, що легко всмоктуються знижується за добу до 12%, моносахаридів – до 15% за добу у загальній кількості вуглеводів. З їжею мають надходити переважно складні вуглеводи.

Синтез білка у людей віком 60 років і старших знижений на 40% у порівнянні з 30-річними і падає ще на 5% у 70 років. Разом з цим знижується і розпад білка. Зниження маси функціонально активних органів і синтезу білка вимагає необхідності в міру старіння організму поступово знижувати у їжі його рівень. Вміст білка у їжі людей літнього і похилого віку не має перевищувати 0.8-1 г на 1кг ваги тіла, або 13% енергетичної цінності. Споживання підвищеної кількості білка супроводжується навантаженням на органи метаболізму і виведенням амінокислот, а споживання нижче від норми збільшує ризик розвитку недоїдання. Потребу у тваринних білках рекомендується компенсувати за рахунок молочних продуктів і риби.

У похилому віці дієта має бути переважно молочно-рослинною. Овочі і фрукти основним постачальником вітамінів, які особливо необхідні на фоні енергетичної нестачі вітамінів, яка часто виникає в старості.

З віком знижується активність травних ферментів, секреторна й моторна діяльність кишечника, тому важливими є кулінарна обробка їжі та час теплової обробки. Вона не повинна бути надмірною. Корисними є овочі і фрукти у протертому вигляді. Важливе значення мають харчові волокна, що є основним субстратом для нормальної життєдіяльності мікрофлори кишечника. Їжа людей похилого віку повинна бути збагачена нутрієнтами, які гальмують процес старіння: метіонін, цистеїн, глютамінова кислота.

УДК 621.326

Мельник С. – ст.6 група, 2 курсу, ФТГП

*Київський національний торговельно-економічний університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЖЕЛЕУТВОРЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ КОНЦЕТРОВАНОВОГО ЯБЛУЧНОГО СОКУ**

Науковий керівник: старший викладач Чикун Н. Ю.

Melnyk S.

*Kyiv National University of Trade and Economics*

## **RESEARCH OF CAPACITY GELLING CONCENTRATED APPLE JUICE**

Supervisor: senior Lecturer Chykun N. Y.

Ключові слова: пектинові речовини, яблучний пектин, желеутворююча здатність.

Keywords: pectic substances, apple pectin, gelling ability.

Дослідження пектинових речовин (ПР) завжди позначалося актуальністю, адже вони відіграють важливу біологічну роль природних адсорбентів токсичних гнильних речовин, солей важких металів, знижують рівень холестерину, виводять жовчні кислоти та ін.. ПР широко розповсюджені в рослинах. Вони є важливим вуглеводним компонентом клітинної стінки та міжклітинного простору рослин. Найбільша кількість ПР міститься в плодах та коренеплодах [1].

Найважливішою властивістю ПР є желеутворююча здатність. Текстура утвореного гелю і швидкість желеутворення тісно пов'язані з показником ступеня

етерифікації. Метод дослідження базується на гелеутворюючій здатності ПР при взаємодії з кислотами та цукрами [2].

Мета роботи: виявити залежність впливу кількості цукру на желеутворюючу здатність пектину. Об'єкт дослідження: ПР. Предмет дослідження: залежність желеутворюючої здатності ПР від кількості цукру.

Експеримент складався з 3 частин (використовували яблучний пектин). Готували зразки з середньою, низькою і високою концентрацією цукру. У першому випадку консистенція була однорідна, утворилась желеподібна маса, яка зберігає свою форму та не залишає слідів на поверхні посудини, в якій зберігалась. Легко ріжеться ножом, зберігаючи чіткість країв утворених шматків. Не липне до ножа. У другому випадку, при вдвічі меншій концентрації цукру, утворилась желеподібна маса слабкої консистенції, вона липла до стінок контейнера та погано утримувала свою форму. У третьому випадку, з удвічі більшим в порівнянні з першим вмістом цукру, утворене желе мало занадто щільну консистенцію, при розрізанні ножом зберігало свою форму.

Отже, результати дослідження підтвердили здатність ПР, що містяться в яблучному соці, при взаємодії з кислотами та цукрами утворювати гелі. Кислота зменшує рН розчину і призводить до того, що молекули вуглеводів утворюють зв'язки. Завдяки цим зв'язкам водний розчин утримується в полімерній сітці. Цукор сприяє формуванню зв'язків. Пектиназа, яка міститься в Желфіксі, який використовувався для досліду, прискорює розщеплення ПР. В результаті пектини утворюють гель, понижують кислотність та кількість твердих речовин, що регулюють жорсткість водного розчину. За результати дослідження виявлено, що оптимальні умови для желе - це 1%-й розчин ПР, рН - 3,2 та концентрація цукру 55%.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пасальський Б.К. Хімія харчових продуктів: Навч. посіб.-К: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2000.
2. FOOD CHEMISTRY EXPERIMENT. IFT Experiments in Food Science Series / Institute of Food Technologists The Society for Food Science and Technology 221 N. LaSalle St., Suite 300, Chicago, IL 60601 – 1580 p.

УДК 664. 8.:022.2

Богоніс І. – ст. гр. ХКм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

#### **КОНСЕРВУВАННЯ ШКІРОК КАВУНА**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Бейко Л.А

Bohonis I.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

#### **PRESERVING WATERMELON PEEL**

Supervisor: Ph.D., Assoc. Prof. Beyko L.A.

Ключові слова: консервація, кавун.

Keywords: preserving, watermelon.

Однією з головних умов хорошого функціонування організму людини,

відповідно до теорії адекватного харчування яка прийнята в міжнародній практиці, є наявність в раціоні харчування біологічно активних речовин. Зокрема: вітаміни, каротиноїди, поліфенольні сполуки. Продукти рослинного походження – фрукти, ягоди, овочі, а також дикорослі ягоди в нашому раціоні повинні складати 70%, так як вони є основним джерелом перерахованих вище біологічно активних речовин.

За статичними даними, населення України споживає фруктів, ягід, а також вітамінів вдвічі нижче норми рекомендованої міжнародним комітетом ФАО/ВОЗ. Консервованою вітчизняною продукцією населення забезпечення всього лише на 20%.

На думку експертів і учасників ринку, у перспективі ринок солодкої консервації, при відповідних умовах буде рости. Але в економічній ситуації, що склалася, переможцями будуть компанії, які зможуть скоротити витрати і сконцентруватися на тій діяльності, яка забезпечить підприємство стабільністю в умовах кризи. Це в першу чергу реально для обслуговуючих кооперативів, за умови використання інноваційних технологій та нових видів сировини.

Плоди кавуна мають широкий спектр біологічно активних речовин, про що свідчать результати досліджень, проведених вітчизняними та зарубіжними вченими. Плодова м'якоть кавуна містить від 5,5 до 13% легкозасвоюваних цукрів (глюкоза, фруктоза і сахароза). До моменту дозрівання переважають глюкоза і фруктоза, сахароза накопичується в процесі зберігання кавуна. У м'якоті містяться пектинові речовини — 0,68%, білки — 0,7%; кальцій — 14 мг/%, магній — 224 мг/%, натрій — 16 мг/%, калій — 64 мг/%, фосфор — 7 мг/%, залізо в органічній формі — 1 мг/%; вітаміни — тіамін, рибофлавін, ніацин, фолієва кислота, каротин — 0,1-0,7 мг/%, аскорбінова кислота — 0,7-20 мг/%, лужні речовини. У 100 грамах їстівної частини плоду міститься 38 калорій. У медицині застосовується як слабке жовчогінне при гепатитах. Кавун – сильний сечогінний засіб, у зв'язку з цим успішно застосовується при хронічних захворюваннях сечовивідних шляхів, при сечокам'яній хворобі. Крім того, рекомендується хворим на цукровий діабет, при недокрів'ї, при метаболічному артриті, подагрі та ожирінні. В Україні з 1 га збирають близько 25 тон кавунів. При переробці баштанних культур відходи кавуна складають близько 48% від загальної маси, то ми отримаємо 13 тон відходів лише з 1 га сировини.

Оскільки, промислове використання шкірок кавуна достатньо не вивчене, нами було проведено ряд біохімічних, фізико - технологічних та органолептичних досліджень для доказу доцільності використання шкірок кавуна в якості сировини для консервної промисловості. Цінність даної сировини полягає ще й в тому, що вона може бути використана в якості імпортозаміщення дорогої закордонної сировини, яка використовується в виробництві консервів.

На основі проведених досліджень, нами було розроблено рецептуру консерв з використанням шкірок кавуна. Виготовлений дослідний зразок консерви відповідає вимогам нормативної документації та отримав високі бали з органолептичного дослідження. Також нами було розроблено технологічну схему виготовлення овочевих та фруктових консерв з шкірок кавуна.

УДК 664.8.03 : 935.11

Галушка І. - магістр гр. ХК<sub>м</sub> - 51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СТАБІЛІЗАЦІЯ ПІГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ СТОЛОВОГО БУРЯКУ**

Науковий керівник: д.б.н., професор Покотило О.С.

Galushka Ira

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **STABILIZATION PIGMENT COMPLEX IN THE PROCESSING OF BEET**

Supervisor: Dr., prof. O.S. Pokotylo

Ключові слова: пігменти, червоний буряк, бетанін

Key words: pigments, red beets, betanin

Серед овочевих культур, що вирощуються в Україні, одне з перших місць посідає столовий буряк завдяки своєму складу. Саме він відрізняється високим вмістом антоціанових барвних речовин, катехінів, флавонолових глікозидів, вітамінів та мінеральних речовин, що сприяють очищенню організму, посилюють виведення шлаків, токсинів, солей важких металів та радіонуклідів з організму, знижують рівень холестерину в крові, покращують різні види обміну.

Відомо, що колір столових буряків є об'єктивним показником якості продуктів. Інтенсивність забарвлення кореня, що містить беталаїнові пігменти, які мають унікальні та специфічні властивості, становить значний інтерес. Під впливом різних чинників проходять реакції ферментативного та неферментативного руйнування кольорових ферментів. Основним пігментом буряків є антоціан - бетанін, який складає 80-95% усіх бетаціанінів. Бетанін малостійкий та руйнується під дією різноманітних чинників: високої температури (вище 65°C), ферментів, кисню повітря, денного світла, важких металів, рН середовища. Ця нестійкість заважає застосуванню пігменту столового буряку як барвника та знижує харчову цінність продуктів переробки коренеплодів, тому стабілізація бетаніну залишається актуальною. Як відомо, беталаїни – пігменти, які зумовлюють колір столового буряку, швидко руйнуються під дією світла та повітря, але вони стабільні при значенні рН 3-6.

Виходячи із сказаного вище метою нашого дослідження є апробація способів стабілізації кольору продуктів переробки коренеплодів столового буряку для визначення найбільш перспективних.

В дослідженнях доведена ефективність підвищення термостійкості пігментів столового буряку за допомогою різноманітних добавок: аскорбінової та лимонної кислоти, чайних поліфенолів, яблучного соку, пюре з горобини звичайної та соку квашеної капусти. Ефективність добавок оцінювали за ступенем збережено забарвлюючих речовин після концентрації бурякового соку. При витримуванні буряку в кислому середовищі проходить гідроліз глікозидних зв'язків у макромолекулярних протопектинах, що значно знижує надалі тривалість доведення столового буряку до готовності при його варці до 25 хвилин. При температурі вище 10°C частина бетаніну руйнується, але при охолодженні до 8-10°C він регенерує, що відновлює колір продукту. Цей режим забезпечує покращення якості продукту за рахунок збереження кольору.



УДК 664.8

Дума Н. – магістр гр. ХК<sub>МЗ</sub> - 61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВПЛИВ ЕНЗИМІВ НА МІКРОБНІ БІОПЛІВКИ, ЯКІ УТВОРЕНІ НА ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ОБЛАДНАНІ**

Науковий керівник: професор Кухтин М.Д.

Nina Duma

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

### **EFFECT OF ENZYMES TO MICROBIAL BIOFILMS, WHICH ARE FORMED ON THE TECHNOLOGICAL EQUIPPED**

Supervisor: professor Kukhtyn M.D.

Ключові слова: мікробна біоплівка, технологічне устаткування

Keywords: microbial biofilm, technological equipment

Дослідження, після прикріплення мікроорганізмів до абіогенної поверхні, вони починають розмножуватися з утворенням багатоклітинного шару (клітинних кластерів), який включений в полімерний матрикс, що формує мікробну біоплівку і захищає мікроорганізми від руйнівного впливу зовнішніх факторів. Матрикс біоплівок у мікроорганізмів має змішаний склад (білковий та вуглеводний) або в ньому переважає один компонент. Ми вивчали вплив на мікробні біоплівки протеолітичних та гліколітичних ферментів в умовах *in vitro*.

Санітарну обробку технологічного устаткування і допоміжного обладнання проводять за допомогою лужних і кислотних мийних і мийно-дезінфікуючих засобів, які не завжди є ефективними для видалення сформованих мікробних біоплівок. Тому, вивчення можливості руйнування мікробних біоплівок на технологічному устаткуванні за допомогою ферментів є надзвичайно актуальним і перспективним.

Встановлено, що найбільш оптимальним для руйнування мікробних біоплівок, наявних на технологічному устаткуванні, є застосування комплексу протеолітичних, гліколітичних і ліполітичних ензимів за температури +50–55 °С упродовж 15–30 хв.

Застосування розчинів протеолітичних, гліколітичних і ліполітичних ензимів при санітарній обробці технологічного устаткування підвищує її ефективність в 7,0 раз, що дозволяє виробляти високоякісну продукцію на підприємствах харчової промисловості

УДК 675.026

Кондратюк О. - асп.

*Київський національний університет технологій та дизайну*

## **ВПЛИВ ПРЕПАРАТУ ЕПАА-2 НА ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВОК ДЛЯ ОЗДОБЛЕННЯ ШКІРЯНОГО НАПІВФАБРИКАТУ**

Науковий керівник: проф., д.т.н. Касьян Е.Є.

Kondratiuk O.

*Kyiv National University of Technologies and Design*

## **IMPACT OF PRODUCT EPAА-2 ON THE PROPERTIES OF POLYMER FILMS FOR FINISHING LEATHER SEMIS**

Supervisor: Kasian, E. E.

Ключові слова: препарат ЕПАА-2, акрилові та поліуретанові плівкоутворювачі, покривна фарба, якість покриття.

Розвиток шкіряного виробництва забезпечується в результаті появи та дослідження нових хімічних матеріалів, які мають здатність поліпшувати якість та конкурентоспроможність готової продукції. Покривне фарбування шкір – найбільш поширений спосіб їх оздоблення, який займає дуже важливе місце у виробництві шкір, а також значно впливає на їх якість та вихід по площі; відіграє велику, точніше, вирішальну роль в розширенні та оновленні асортименту.

На сьогодні, існуючі матеріали для оздоблювальних процесів не володіють всім комплексом необхідних характеристик для якісного проведення процесу. В зв'язку з цим, одним із шляхів підвищення якості і поліпшення експлуатаційних властивостей випущеної шкіряною промисловістю продукції є пошук і застосування для оздоблення шкіри нових матеріалів, які б володіли комплексом властивостей, що дозволили б використовувати їх з метою інтенсифікації процесу і поліпшення якості продукції.

*Мета роботи* полягає у дослідженні можливості застосування препарату ЕПАА-2 для покривного фарбування шкіряного напівфабрикату.

Дослідний препарат ЕПАА-2 являє собою кополімерксантанакриламід – це продукт полімеризації акриламід у присутності водних розчинів екзополісахариду (ксантану), окиснювача, відновника та цільових добавок. До суттєвих переваг препарату належить його висока розчинність у холодній воді, стійкість до дії електролітів і висока клеюча здатність при доволі низькій в'язкості. Для досліджень були обрані різні за своєю природою плівкоутворювачі, що використовуються для оздоблення шкіряного напівфабрикату.

Препарат ЕПАА-2 має рН близько 9, СЗ=5%. Препарат є екологічно чистим продуктом, набагато дешевшим у порівнянні з імпортованими препаратами, які сьогодні використовує промисловість.

Таким чином, проведений аналіз властивостей кополімеру ЕПАА дозволяє зробити висновок про доцільність його застосування для покривного фарбування.

Початковий етап роботи полягає у визначенні впливу препарату ЕПАА-2 на властивості вільних плівок досліджуваних плівкоутворювачів. З цією метою, на основі препарату ЕПАА-2 та плівкоутворювачів приготовано покривні композиції, з яких отримано вільні плівки і визначено їх фізико-механічні властивості (табл. 1).

Дослідження впливу ЕПАА на фізико-механічні властивості плівкоутворювачів вказує на структурні та еластичні зміни полімерних плівок. Так, продукти підвищують міцнісні характеристики плівок і знижують їх видовження.

**Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості вільних плівок**

| Варіант | Плівкоутворювач       | Властивості вільних плівок |  |   |   |
|---------|-----------------------|----------------------------|--|---|---|
|         |                       | товщина плівки, мм         | модуль еластичності, $\square_{100}$ , МПа | межа міцності при розтягуванні, $\square_p$ , МПа | максимальне видовження, $\square_p$ , % |
| 1       | Saracryl              | 0,24                       | 0,51                                       | 4,2   | 1068                                    |
| 2       | Sarpur                | 0,12                       | 1,37                                       | 5,9   | 640                                     |
| 3       | МБМ-3                 | 0,20                       | 0,40                                       | 2,9   | 997                                     |
| 4       | 2125                  | 0,27                       | 0,56                                       | 5,9   | 977                                     |
| 5       | 943                   | 0,24                       | 0,44                                       | 4,0   | 1344                                    |
| 6       | Saracryl:Sarpur (1:1) | 0,25                       | 1,13                                       | 5,7   | 961                                     |

В результаті проведених досліджень визначено фізико-механічні характеристики полімерних плівок з препаратом ЕПАА-2, а також їх стійкість до дії води. Отримані дані свідчать про можливість використання даних композицій для покривного фарбування шкір. Плівки, отримані із застосуванням дослідних матеріалів однорідні, міцні, але водночас еластичні. Відповідно до отриманих даних, при використанні дослідних препаратів в покривних фарбах при оздоблюванні шкіри, ми не очікуємо ніяких ускладнень ні на стадії реалізації технології, ні у рівні показників якості покриття. Навпаки, оскільки дослідні препарати включають натуральні компоненти, ми очікуємо покращення гігієнічних та деяких експлуатаційних властивостей.

Покривна композиція, застосовувана для оздоблювання, є багатокomпонентною системою, властивості якої залежать від природи та співвідношення застосовуваних компонентів.

Комплексний аналіз якості оздоблених зразків виявив, що показники якості покриття дослідних шкір відповідають вимогам Державного стандарту на шкіри для верху взуття із сировини ВРХ.

З проведеної роботи можна зробити ряд висновків. По-перше, введення препарату ЕПАА-2 в покривну фарбу сприяє підвищенню показників якості покриття. По-друге, заміна в покривній фарбі казеїну препаратом ЕПАА-2 для оздоблення шкір можлива і доцільна з точки зору доступності і суттєвих переваг у застосуванні. По-третє, зважаючи на природне походження препарату прогнозованим буде покращення гігієнічних властивостей покриття в цілому.

УДК 621.326

Луцюк О. – ст. гр.РБ-11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ТАЄМНИЦЯ ЖИВОЇ ВОДИ**

Науковий керівник ст. викладач Джур Я.Б.

Lytsuk O.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE SECRET OF LIVING WATER**

Що таке вода? Як вода пов'язана з людиною? Вода-оксид гідрогену ( $H_2O$ ) - одна з найпоширеніших і найважливіших речовин. Склад води ( за масою): 11.19% Гідрогену і 88.81% Оксигену.

Воду доволі детально вивчали й вивчають по сьогоднішній день. Вона володіє незвичними хімічними та фізичними ознаками і має великий вплив на людину. Людина залежно від віку містить 70-90% води. Для підтримання нормальної життєдіяльності людина на день випиває приблизно 2,5л води і ще 1,5л втягує через шкіру, приймаючи душ. За все життя людина через себе пропускає 75тон води. Якщо людина втрачає 2% води – настає спрага, 10% води – галюцинації, більше 12% води – смерть. Дитина ,яка ще не народилась і перебуває в утробі матері складається з 93% води, коли народжується – 90%, а коли стає все старша, то з віком в організмі меншає води, коли ж людина помирає, то взагалі складається з 50% води, і взагалі наше життя це – обмін води, з водою та у воді.

Результати експериментів, які були проведені в багатьох країнах світу, клініках та лабораторіях, де вивчали воду довели, що вода сприймає та запам'ятовує будь-яку інформацію, все що відбувається в навколишньому середовищі. Воді вистачає доторкнутись до чогось чи когось, як вона зчитує інформацію та зберігає її в своїй пам'яті. Чи догадувались коли-небудь про це наші предки, коли звичайну воду перетворювали на воду, яка зцілювала, використовуючи для цього золотий чи срібний посуд.

Структура води набагато важливіша ніж її хімічний склад. Структура води – це як організовані її молекули. Ми знаємо, що молекули мають здатність об'єднуватись в групи. Ці групи називаються – кластерами. Саме на ці кластери вода записує, як на плівку все що чує, з чим пов'язана. Можливо, що вода єдиний в своєму роді безцінний комп'ютер, свого роду комп'ютерна пам'ять, пам'ять інформації. Так що молекулярна структура це алфавіт, з якого можна скласти речення й змінити його.

Вчені багато досліджували вплив на воду магнітного та електричного полів, різних емоцій людини, і виявилось, що позитивні емоції мають найбільш сильний вплив.

Нами були проведено ряд експериментів: вплив на розвиток кімнатних рослин води, на яку діяли приємною мелодією, говорили добрі слова любові і вдячності, а також води, на яку діяли рок – музикою і злими словами в наказовій формі. Рослини при дії інформації позитивного характеру краще і швидше розвивалися. А рослини, на які діяли водою з негативною інформацією, частково засихали, переставали рости.

УДК 665.112.1

Марчук Н. – магістр гр. ХК<sub>МЗ</sub> - 61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **АУТООКИСЛЕННЯ ОЛІЙ І СПОСОБИ ЇХ ЗАПОБІГАННЯ**

Науковий керівник: д.б.н., професор Покотило О.С.

Marchuk Natalia

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **AUTOOXIDATION OILS AND WAYS OF PREVENTING THEM**

Supervisor: Dr., prof. O.S. Pokotylo

Ключові слова: аутоокиснення, олія, токоферолі

Key words: autooxidation, oil, tocopherols

Окислення харчових жирів призводить до утворення значної кількості різноманітних продуктів окислення, які спричиняють токсичну дію на організм людини. Продукти окислення, абсорбуючись в травному каналі і відкладаючись в тканинах і клітинах, впливають на швидкість окислення субстратів в мітохондріях клітин, зокрема в мітохондріях серця, на утилізацію енергії АТФ, на властивості ліпідної фракції клітинних мембран. Окремі з них можуть мати канцерогенний ефект. Особливе значення має вивчення умов накопичення транс-ізомерів не лише в жирах, а й в продуктах, при виробництві яких використані жири різного походження. З наведеного випливає необхідність суворо контролювати якість харчових жирів, уточнювати показники їхньої якості, розробляти нові технологічні прийоми, які сприяли б створенню жирних продуктів, стійких до окислення. Інтенсивність окиснення олій за однакових режимів зберігання залежить від їх виду, а саме жирнокислотного складу, присутності металів та їх солей і значною мірою від природних антиоксидантів. До останніх відносять ретинол, різні ізомери токоферолів ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ), серед яких  $\beta$ - і  $\gamma$ -токоферолі мають вищу антиоксидантну активність, ніж  $\alpha$ -токоферолі. Важливо знати, що при рафінації і гідратації олій втрачається більше 50% токоферолів.

Жирнокислотний склад олій суттєво відрізняється за вмістом і співвідношенням насичених і ненасичених жирних кислот, а також за співвідношенням між вмістом поліненасичених жирних кислот родин  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 і  $\omega$ -9. Власне від жирнокислотного складу залежить, з одного боку, харчова і біологічна цінність олії, а з іншого – їх стабільність. Адже при збільшенні вмісту моно- і поліненасичених жирних кислот у оліях зростає інтенсивність їх окиснення. Необхідно відмітити, що природою створено натуральні захисні органічні чинники – антиоксиданти, які забезпечують відносну стабільність жирнокислотного складу олій з високим вмістом поліненасичених жирних кислот. Серед розповсюджених на українському ринку олій вміст природних антиоксидантів (вітамінів Е та А) зменшується в ряді: лляна → ріпакова → оливкова → кукурудзяна → соняшникова → соєва → пальмова.

УДК 621.326

Навольська І. – ст. 2 курсу 2 групи ФТТП

*Київський національний торговельно-економічний університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТВЕРДОСТІ ВОДИ МЕТОДОМ КОМПЛЕКСОНОМЕТРИЧНОГО ТИТРУВАННЯ**

Науковий керівник: старший викладач Чикун Н.Ю.

Navolska I.

*Kyiv National University of Trade and Economics*

## **RESEARCH OF THE WATER HARDNESS**

Supervisor: senior lecturer Chykun N.Y.

Ключові слова: твердість води, титрування.

Keywords: water hardness, titration.

У природі чистої води не буває: вона завжди містить домішки яких-небудь речовин. Зокрема, взаємодіючи із солями, що містяться в земній корі, вона набуває певної твердості.

Надмірна твердість води створює санітарно-побутові проблеми, ускладнює проведення ряду технологічних процесів, зумовлює відкладення шлаків і накипу у розподільній системі, особливо при нагріванні, погіршує властивості водорозчинних фарб, зменшує піноутворювальну здатність водних розчинів, а також вогнегасну ефективність піни. Вміст солей впливає на органолептичні властивості води, надмірна твердість додає їй гіркуватий смак. Тому з метою зменшення твердості використовують різного роду фільтри, хімічні добавки тощо. З іншого боку, м'яка вода може мати низьку буферну ємність і викликати корозію трубопроводів і водопровідного устаткування. Тому в ряді застосувань іноді приходиться проводити спеціальну обробку води з метою досягнення оптимального співвідношення між твердістю води та її корозійною активністю. Разом з тим, твердість води, чи її відсутність може призводити до різного роду захворювань. Саме тому необхідно забезпечити оптимальну твердість води, як для споживання людиною так і в технічних цілях, що потребує систематичного та постійного контролю.

Існуючі методи очистки води від хімічного та бактеріального забруднення лише частково забезпечують безпечність питної води для людини. При цьому суттєве значення має вибір технології обробки води, що надходить із різних джерел. Воду, яку ми п'ємо, отримують з поверхневих (річки, озера ) і підземних (артезіанські свердловини) джерел.

Як альтернативу хлоруванню часто пропонують використовувати артезіанське водопостачання. Більш ніж 230 населених пунктів України отримують питну воду з артезіанських свердловин. Але ця вода не відповідає навіть вимогам застарілого стандарту. Артезіанські води повсюди забруднені залізом, марганцем, багато засолених вод з високою жорсткістю, з підвищеним вмістом фтору, сірководню, сполук Нітрогену і навіть містять нафтопродукти.

Мета роботи: провести визначення твердості бутильованої води найвідоміших торгових марок та порівняння з показниками твердості водопровідної та артезіанської води в найбільш заселених районах Києва.

Об'єкт дослідження: зразки води з різних джерел.

Серед методів контролю найдосконалішими є хімічні методи, а саме комплексонометричне титрування. Також існують компактні лабораторії, які містять всі реагенти і аксесуари, необхідні для проведення конкретного дослідження. Основна перевага компактних лабораторій – мобільність та багатогранність дослідження, але в цей же час вони високозатратні. Саме тому ми використовували метод комплексонометричного титрування.

Для дослідження використовували 6 зразків, серед яких водопровідна, артезіанська та бутильована вода. Результати наведені в табл. 1 та табл. 2.

Таблиця 1

Результати дослідження твердості бутильованої води

| №  | Торгова марка           | Твердість води, мгекв/л | Відповідність нормі (7 мгекв/л) |
|----|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 1. | «Моршинська»            | 1,72                    | Значно менше норми              |
| 2. | «Миргородська»(лагідна) | 5,25                    | Менше норми                     |
| 3. | «Карпатська джерельна»  | 5,85                    | Менше норми                     |

Таблиця 2

Результати дослідження твердості водопровідної та артезіанської води

| №  | Зразки досліджуваної води   | Твердість води, мгекв/л | Відповідність нормі (7 мгекв/л) |
|----|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 1. | Водопровідна вода           | 7,04                    | В межах норми                   |
| 2. | Артезіанська свердловина №1 | 5,3                     | Менше норми                     |
| 3. | Артезіанська свердловина №2 | 14,1                    | Вдвічі більше норми             |

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що даний метод є достатньо експресним, економним, точним. Використання запропонованого методу визначення твердості води є актуальним у лабораторіях промислових підприємств та в лабораторіях навчальних закладів

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Я.П. Скоробогатий, А.В. Гузій, О.М. Заверуха. Харчова хімія: [Навчальний посібник]. – Львів: «Новий світ – 2000», 2012. – 514с.
2. Лалак Н. Аналіз методів визначення загальної твердості води. / Н. Лалак, Є. Походило // Вимірювальна техніка та метрологія : міжвідомчий науково-технічний збірник Вип. 70 / Національний університет "Львівська політехніка"; відп. ред. Б. І. Стадник. - Л. : Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2009. - 216 с. – 177 – 181 с.
3. Пасальський Б.К. Хімія та методи дослідження сировин і матеріалів: [Навчальний посібник]. /за ред. А.А. Мазаракі. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун.-т, 2005. – 237 с.

УДК 577.112.083

Нетребчук М., Годя М. – ст. гр. ХКмз-61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВИДІЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПРОТЕЇНІВ КАЗЕЇНОВОГО КОМПЛЕКСУ**

Науковий керівник: д.б.н., професор Юкало В.Г.

Netrebtchuk M., Goda M.

*Ternopil Ivan Puluji National Technical University*

## **OBTAINING AND IDENTIFICATION OF CASEIN COMPLEX PROTEINS**

Supervisor: Yukalo V.G.

Ключові слова: казеїн, ідентифікація, електрофорез

Keywords: casein, identification, electrophoresis

Білки молока поділяють на дві групи, що суттєво відрізняються за складом, структурою, властивостями і функціями: казеїни і білки сироватки. Назва «казеїн» походить від латинського слова «caseus», що означає – сир. Казеїни, згідно з сучасним визначенням, – це фосфопротеїни, які осаджуються у свіжому знежиреному молоці при підкисленні його до рН 4,6 при 20<sup>0</sup>С. При цьому в сироватці залишаються інші білки молока, небілкові азотисті речовини і частина мінеральних речовин, що були зв'язані з казеїнами. У зв'язку з потребами промисловості на сьогоднішній день найбільш повно охарактеризовані казеїни молока корови. Ще на початку минулого сторіччя вважали, що казеїн – це гомогенний білок. Його гетерогенність була продемонстрована вперше К. Ліндестром-Ленгом в 1929 році і підтверджена в 1936 році Х. Педерсоном шляхом аналітичного ультрацентрифугування молока та О. Міленде за допомогою фронтального електрофорезу. Вони ідентифікували три фракції, які були названі  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -казеїнами, і становили відповідно 75, 22 і 3% від загального вмісту казеїну. Ці фракції були виділені П. Хіппом в 1952 році з використанням різниці в їхній розчинності в присутності сечовини та етанолу. В 1956 році дослідникам Д. Вог і П. Хіппель вдалося розділити  $\alpha$ -казеїн на дві фракції:  $\alpha_S$ - і  $\kappa$ -казеїни.  $\alpha_S$ -Казеїн виявився чутливим до низьких концентрацій іонів  $Ca^{2+}$ . Пізніше було встановлено, що  $\alpha_S$ -казеїн включає два білки:  $\alpha_{S1}$ - і  $\alpha_{S2}$ -казеїни. Таким чином, білки казеїнового комплексу корови містять чотири окремих білки ( $\alpha_{S1}$ - і  $\alpha_{S2}$ -,  $\beta$ - і  $\kappa$ -казеїни), які відрізняються за первинною структурою і становлять відповідно приблизно 37, 10, 35 і 15% від загальної кількості казеїну. Метою нашої роботи була ідентифікація цінних білків казеїнового комплексу в харових продуктах. Для розробки методу ідентифікації було вибрано електрофорез в однорідному поліакриламідному гелі. Електрофорез проводили у вертикальних пластинках гелю при постійній силі струму 40 мА. В пластинку вносили взірці, які містили загальний казеїн і його основні фракції. Фракції казеїну виділяли шляхом іонообмінної хроматографії на аніонообмінниках в об'ємі. В результаті запропоновано методику ідентифікації казеїнів в харчових продуктах, в яких можлива їх заміна на менш цінні білки, наприклад, білки сої.



УДК 544.723.21

Прокопенюк А. – ст. 6 група 2 курсу, ФТТП

*Київський національний торговельно-економічний університет*

## **АДСОРБЦІЙНА ОЧИСТКА ВОДИ ВІД ЙОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ**

Науковий керівник: канд.хім.наук, доцент Пасальський Б.К.

Prokopeniuk A.

*Kyiv National University of Trade and Economics*

## **ADSORPTION WATER TREATMENT FROM HEAVY METAL IONS**

Supervisor: cand.chem.sc., lecturer Pasalskiy B.

Ключові слова: адсорбція, вода, очистка

Keywords: adsorption, water, treatment

Одним із найпоширеніших методів очистки води є сорбція. Залежно від забруднювачів використовують різні сорбційні матеріали. Певних успіхів в розробці сорбційних матеріалів для очистки води від йонів важких металів досягли вчені Інституту сорбції та ендоекології НАНУ та Київського національного торговельно-економічного університету [1].

Купрум є важливим життєво необхідним елементом, входить до складу багатьох біологічно активних речовин, однак, як нестача так і надлишок Купруму в організмі призводить до порушення обміну речовин [2]. Надлишок Купруму призводить до подразнення слизових оболонок, враження капілярів, печінки, нирок, розладу в діяльності центральної нервової системи. Забруднення солями Купруму харчових продуктів, води може відбутися в процесі виробництва, в яких використовуються мідні деталі, труби. Додаткова потреба в Купруму становить 2-5 мг. Допустима норма Купруму в воді 2 мг/л в країнах ЄС. Тому в технології очистки води велике значення має контроль за вмістом йонів Купруму. Для визначення йонів Купруму, застосовуються різні методи, в тому числі титриметричні [3].

Мета роботи – оцінити вміст йонів Купруму у воді в процесі сорбційної очистки йодометричним методом. Об'єкт дослідження – вода до і після очистки. Предмет дослідження – ефективність йодометричного методу аналізу йонів Купруму в процесі сорбційної очистки. Результати дослідження проведені в Київському національному торговельно-економічному університеті показали, що для оцінки вмісту Купруму у воді йодометричний метод є ефективним і не поступається трилонометричному. Визначена адсорбція йонів Купруму із модельних водних розчинів різними сорбентами до та після адсорбції. Побудовані ізотерми адсорбції для різних адсорбентів. Показано, що із ростом концентрації в модельних водних розчинах адсорбція Купруму збільшується. Розроблені нові сорбенти в Інституті сорбції та ендоекології НАНУ виявились більш ефективними при очистці води від йонів Купруму в порівнянні із активованим вугіллям.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Пузій О. М. Фосфоровмісні вуглецеві сорбенти для очистки води / О. М. Пузій, Б.К.Пасальський, Н.Ю. Чикун// Товари і ринки. –2014. – №17 (1). –С.159-166.
2. Скоробогатий Я.П., Гузій А.В., Заверуха О.М. Харчова хімія.:[Навчальний посібник].-Львів : «Новий світ – 2000», 2012.-514 с
3. Пасальський Б.К. Хімія та методи дослідження сировини та матеріалів: Навч. пос./За ред. А.А.Мазараки. –К.: Київ. нац.торг.-екон.ун.-т, 2005. –237 с.

УДК 630\*283.9

Мидло Б. - магістр гр. ХК<sub>МЗ</sub> - 61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВМІСТ НІТРАТІВ У ОВОЧАХ З ВІДКРИТОГО І ЗАКРИТОГО ГРУНТІВ**

Науковий керівник: д.б.н., професор Покотило О.С.

Mydlo Bogdan

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE NITRATE CONTENT OF VEGETABLES WITH OPEN AND CLOSED GROUND**

Supervisor: Dr., prof. O.S. Pokotylo

Ключові слова: нітрати, овочі, відкритий і закритий ґрунт

Key words: nitrates, vegetables, indoor and outdoor soil

Нітрати як солі азотної кислоти, самі по собі для людини нешкідливі. Частина нітратів переробляється в корисні амінокислоти, білки і інші сполуки, частина виводиться в незмінному вигляді. При значному перевищенні вмісту нітратів, їх надлишок може перетворюватися нітриту, які є отрутою. Нітриту негативно впливають на еритроцити, знижуючи їх здатність переносити кисень, що різко погіршує «дихання» наших органів і тканин, а також зростає рівень шкідливого холестерину в крові. Повністю убезпечити свій організм від вживання нітратів майже неможливо, оскільки вони є майже у всіх овочах та зелені, і не тільки. Дослідженнями доведено, що саме овочі і фрукти є основним харчовим джерелом нітратів. Біля 70-80% нітратів потрапляє в організм людини з овочами, 5-10% із фруктами та ягодами. Встановлено, що ранні сорти овочів містять більше нітратів, ніж пізні. Також овочі із закритого ґрунту більш схильні до накопичення нітратів, ніж відкритого. Яскравіше забарвленні сорти коренеплодів, наприклад, морква, містять менше нітратів, ніж блідіші. Сорти зеленої стручкової квасолі більше схильні до накопичення нітратів, ніж жовтої.

По здатності накопичувати нітрати овочі можна розділити на три групи. До слабкої групи відносяться картопля, томати, ріпчаста цибуля, брюссельська капуста, бобові (горох, квасоля), так як нітрати вони накопичують в незначній кількості - до 10-80 мг/кг. Середня група, в якій вміст нітратів може досягати до 300 – 600мг/кг, це кольорова та білокачанна капуста, кабачки, гарбузи, морква, огірки, редька. Найбільше накопичують нітрати - понад 2000 мг/кг це – буряк, редиска, листові овочі – кріп, петрушка, шпинат, салат, щавель, а також кавуни і дині.

Виходячи із сказаного вище метою нашого дослідження було визначення вмісту нітратів у ранніх овочах, овочах із коротким вегетаційним періодом, овочах вирощених на закритому (тепличні) і відкритому ґрунті.

Вміст нітратів в рослинній продукції визначали іонометричним методом на приладі Нітратомір Н-401.

В результаті проведених досліджень встановлено, що ранні овочі, а також овочі з коротким вегетаційним періодом містять нітратів більше, ніж овочі з довгим вегетаційним періодом. Також концентрація нітратів в овочах, які вирощені на закритому ґрунті (тепличні) через фізіологічні особливості рослин та специфічні умови вирощування їх (підвищена вологість, дефіцит світла і т. д.) більша, ніж в овочах, які вирощені на відкритому ґрунті в полі.

УДК 664.8

Павлишин Н. – ст. гр. ХК<sub>зм</sub>-61

*Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя*

## **МІКРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ КОНСЕРВНОГО ВИРОБНИЦТВА УПАКОВАНОЇ ПІД ВАКУУМОМ**

Науковий керівник: професор Кухтин М.Д.

Pavlyshin N.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **MICROBIOLOGICAL GROUND STORAGE MEAT RAW MATERIAL FOR CANNING PACKED UNDER VACUUM**

Supervisor: professor Kukhtyn M.D.

Ключові слова: вакуумна упаковка, м'ясо,

Keywords: vacuum packaging , meat

Серед продуктів тваринного походження в раціоні людини м'ясо та м'ясопродукти займають провідне місце. Вони є джерелом повноцінних білків, жирів, вітамінів, мінеральних речовин, інших життєво важливих нутрієнтів. Проте, м'ясо є складною біологічно-активною сировиною, у якому під дією навколишнього середовища та технологічних факторів відбуваються процеси різної природи. Внаслідок цього м'ясо легко змінює структуру, склад, характеристики і може втрачати не тільки якісні властивості, а й бути фактором передачі збудників токсикоінфекцій, а також інвазійних хвороб. Слід зауважити, що м'ясо та м'ясопродукти є необхідними та цінними в харчуванні людини лише тоді, коли її показники якості та безпеки повністю відповідають вимогам чинних нормативно-правових документів. Проте в умовах світової глобалізації і урбанізації неможливо забезпечити людство свіжим м'ясом. Тому вивчення і обґрунтування способів довготривалого зберігання м'яса у свіжому стані є актуальним завданням.

Встановлено, що під час зберігання свіжого м'яса свинини запакованого під вакуумну упаковку, інтенсифікація процесу розмноження мікрофлори в поверхневому шарі розпочиналася на 10 добу за температури + 2°C. Після збільшення кількості мезофільних мікроорганізмів у поверхневому шарі до 100 тис. КУО/г м'яса, яке спостерігалось на 30 добу, відмічали поступове її проникнення в глибші шари. Однак, процес проникнення дріжджів у глибокі шари розпочинався десь на 22 добу.

Склад мікрофлори м'яса упакованого під вакуум був представлений молочнокислими бактеріями, ентеробактеріями, псевдомонадами, аерофонами, дріжджами, містеріями.

Збільшення кількості молочнокислих мікроорганізмів в глибоких шарах м'яса до 1 млн. КУО/г спричиняло виникнення органолептичних вад у м'ясі, які проявлялися в зміні прозорості та запаху бульйону при варінні.

Отже, встановлено, що зберігати м'ясо свинини упаковане під вакуумом за температури +2 °С можливо не більше 30 діб.

УДК 617.25

Фик І. - магістр гр. ХК<sub>мз</sub> - 61

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ВМІСТ ВІТАМІНУ С В ОВОЧАХ РОДИНИ ХРЕСТОЦВІТНИХ ПРИ ЗБЕРІГАННІ**

Науковий керівник: д.б.н., професор Покотило О.С.

Fyk Igor

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **VITAMIN C CRUCIFEROUS VEGETABLES DURING STORAGE FAMILY**

Supervisor: Dr., prof. O.S. Pokotylo

Ключові слова: аскорбінова кислота, овочі, капуста, зберігання

Key words: ascorbic acid, vegetables, sprouts, storage

Вітамін С (аскорбінова кислота) для людини має важливе значення, при чому в її організмі він не синтезується і повинен постійно поступати з їжею. Вітамін С - потужний антиоксидант. Він грає важливу роль в регуляції окислювально-відновних процесів, бере участь у синтезі колагену і проколагену, обміні фолієвої кислоти та заліза, а також синтезі стероїдних гормонів і катехоламінів. Аскорбінова кислота також регулює згортання крові, нормалізує проникність капілярів, необхідна для кровотворення, надає протизапальну і протиалергічну дію. Безпосередньо бере участь в обміні речовин як коферменти або складові компоненти коферментів.

Родина *Хрестоцвітні (Cruciferae)* нараховує приблизно 3200 видів. До цих овочів відносять капусту білокачанну, червонокачанну, брюссельську, савойську, цвітну і кольрабі. Капустяні овочі мають цінне харчове значення і широко використовуються для переробки. Хімічний склад усіх видів капустяних овочів досить схожий, тому що вони належать до одного ботанічного сімейства. Проте може істотно відрізнятися вмістом цукрів, азотистих речовин і вітаміну С. Велике значення при цьому має режим і технологія зберігання. До моменту використання капусту бажано зберігати при температурі  $\pm 1$  °С, оскільки при більш високих температурах вона швидко втрачає цукри.

Тому метою нашого дослідження було визначення вмісту аскорбінової кислоти у різних сортах капусти за різних термінах (від 1 до 6 місяців) і температурі зберігання (від 0° до 8°С).

Визначення вмісту аскорбінової кислоти у капусті проводили потенціометричним методом на рН-метрі серії 150 М, з використанням скляного електроду.

В результаті проведених досліджень встановлено різниці у вмісті вітаміну С у різних сортах капусти на початку і в кінці терміну зберігання (через 6 місяців) при температурі 2-4°С. Так, вміст вітаміну С у кочанних сортів становив у білокачанній – 24-25, у червонокачанній – 22-70, савойській – 25-75, брюссельській – 52-146; у кольорових – цвітній та броколі відповідно 51-126 та 42-130 мг/100 г.

УДК 664

Подворняк М.- ст.-гр. 2-ВХП-116\9

*ДВНЗ «Тернопільський коледж харчових технологій і торгівлі»*

## **АЛЬТЕРНАТИВНІ ШЛЯХИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО УСТАТКУВАННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ КУХНІ ТА ФЬЮЖН КУЛІНАРІЇ**

Науковий керівник викладач спецдисциплін Горішна Г.П

Podvorniak M.

*Ternopil College of Food Technology and Trade*

### **ALTERNATIVE WAYS OF INNOVATION AND EQUIPMENT MOLECULAR CUISINE AND FUSION COOCSNG**

Supervisor: Horishna H.P

Ключові слова: молекулярна кухня, фьюжн кулінарія, термостат.

Keywords: molecular cuisine , fusion cooking, thermostat.

Стаття присвячена використанню та порівняльному аналізу застосування сучасного устаткування в закладах ресторанного господарства. Розкрита необхідність введення інноваційних підходів до вибору устаткування та його безпечної експлуатації.

У наш час кулінарія набула високого рівня розвитку та досягла статусу кулінарного мистецтва за рахунок багатьох факторів: впровадження інноваційного устаткування, зростання споживчого попиту, випуску нової кулінарної продукції, використання сучасних технологій, високого інтелектуального рівня особистості та суспільства. Основними елементами сучасного кулінарного мистецтва виступає фьюжн кулінарія та молекулярна кухня.

Фьюжн – це симбіоз кількох культур не тільки в одній кухні, але і в одній страві. Він увібрав у себе все краще з кулінарних традицій Сходу і Заходу. Або несподіване, але гармонійне поєднання смаків, стилів, інгредієнтів та кулінарних традицій таких популярних кухонь світу.

Суть молекулярної кулінарії полягає в тому, що в процесі приготування використовуються новітні технології і досягнення молекулярної хімії, що дає можливість отримати страви незвичної консистенції та оригінальних смакових якостей. Головні прийоми цієї кухні: обробка продуктів рідким азотом, емульсифікація (змішування нерозчинних речовин), сферифікація (створення рідких сфер), желювання, карбонізація або збагачення вуглекислотою, вакуумна дистиляція. Особливістю молекулярної кулінарії є те, що завдяки правильному використанню устаткування можна суттєво розширити смакові якості продукту.

Якщо м'ясо буде смажитися або коптитися, неминуча втрата маси на 30-50% - це загальновідомий факт. Білок згортається, вода випаровується - маса втрачається. В молекулярної кухні при застосуванні новітніх технологій речовини, які утримують воду, не руйнуються і маса готової страви збільшується на 180%. Смак при цьому суттєво новий, соковитий. Холодне тістечко з гарячою начинкою виходить за допомогою надходження в суху заготовку солодкого лікеру, швидкого заморожування рідким азотом і нагрівання готової страви у мікрохвильовій печі. Саме тому в ресторанах молекулярної кулінарії найбільша стаття витрат - кухонне обладнання (термостат, анти – гриль, дегідратор, центрифуга, ротаційний кип'ятильник).

Низькотемпературна обробка тепловим устаткуванням м'ясних продуктів - найбільш прогресивний і економічний підхід в приготуванні їжі.

Сучасні насадки на гастрономічні тари з роторної системою обертання нагрівальних елементів дозволяють легко і не дорого вирішити проблему впровадження новітнього устаткування на кухні.

Науковий підхід до кулінарії ускладнюється тим, що страви повинні бути не тільки незвичайними і смачними, але і красивими. Необхідність продавати досягнення молекулярної кулінарії дещо гальмує прогрес цій галузі науки, але в якійсь мірі допомагає вивчати зв'язки між почуттями людини.

До речі, слід розрізняти молекулярну кулінарію і індустрію фаст-фуду. Картопляні чіпси, цукерки та напої з безліччю смаків - це досягнення хімічної промисловості. У молекулярної кулінарії використовуються сучасне устаткування і тільки натуральні інгредієнти. Тому страви молекулярної кухні збалансовані і корисні суспензії та емульсії, які широко набули попиту в закладах ресторанного господарства м.Тернополя.

УДК 664.85.55

Тимошук Н. – ст. гр. ХК-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КЛАСИФІКАЦІЯ СОУСІВ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Мельнічук О.Є.

Tymoschuk N.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **CLASSIFICATION OF SAUCES**

Supervisor: PhD, Melnichuk O.

Ключові слова: соус, майонез, сальса, песто, сацебелі, чатні.

Keywords: sauce, mayonnaise, salsa, pesto, satsebeli, chutney.

Соус – (від французької sause – підливка) – рідка приправа до основної страви або гарніру. Соуси надають більш соковиту консистенцію стравам та підвищують їх калорійність. Більшість соусів містять спеції та смакові інгредієнти, які підвищують апетит, а забарвлення соусів підтіняє кольори основних продуктів страв.

Власне слово соус використовували, ще в часи античного Риму (від лат. Salsus – підсолений або сальса). Одним із перших загальновідомих соусів – гарум.

Соуси можна умовно поділити на дві групи: тривалого зберігання (промислові); Не тривалого зберігання (складові до гарнів, їх використовують у закладах громадського харчування).

До соусів тривалого зберігання можна віднести: томатні соуси, які виготовляють в такому асортименті: соус томатний гострий, Астраханський, Кубанський, Херсонський та інші.

Фруктові соуси (яблучний, абрикосовий, сливовий, персиковий) виготовляють з очищених уварених плодів з цукром. Їх подають до солодких круп'яних і борошняних страв (бабок, запіканок, налисників, млинців, оладок) та концентрати соусів промислового виробництва виробляють у порошках — червоні, білі, грибні. Перед використанням їх розводять водою, кип'ятять 2-3хв і заправають вершковим маслом.

Концентрати соусів пакують у коробки або пакети масою від 50 до 200 г або від 1 до 2 кг. Зберігають 4 місяці.

До соусів не тривалого зберігання відносять: гірчицю харчову, яка залежно від рецептури буває таких видів: Столова, Російська, Ароматна, Домашня, з хрінном, з часником. Консистенція усіх видів готової гірчиці повинна бути мазка, однорідна, жовтого кольору (допускається коричневий відтінок), смак — гостропекучий, властивий даному виду гірчиці, без сторонніх присмаків.

Столова гірчиця відрізняється вмістом цукру (від 7 до 16 %), кухонної солі (від 1,4 до 2,5 %), оцтової кислоти (від 1,5 до 2,4 %) та олії (від 4 до 10 %).

Харчову гірчицю використовують як приправу до закусок і холодних страв з м'яса і як добавку до червоних соусів і салатних заправок.

Готову харчову гірчицю зберігають в сухих затемнених приміщеннях при температурі не вище 10 °С, в охолоджуваних — 1,5 місяця.

Соус майонез — сметано подібна дрібнодисперсна стійка емульсія, до складу якої входить рафінована олія, яєчний порошок, сухе знежирене молоко, гірчиця, цукор, сіль, різні прянощі. Майонез містить, %: жиру — 67, води — 25, білків — 3,1, вуглеводів — 2,6. Біологічна цінність його зумовлена високим вмістом ненасичених жирних кислот. Консистенція усіх видів готової гірчиці повинна бути мазка, однорідна, жовтого кольору (допускається коричневий відтінок), смак — гостро пекучий, властивий даному виду гірчиці, без сторонніх присмаків.

Залежно від рецептури та призначення випускають майонез столовий (Провансаль, Молочний, Любительський, який має жовтувато-кремовий колір, ніжний, злегка гострий, кислуватий смак), з прянощами (Весна — з кмином, кропом; Ароматний, Кавказький з перцем), відрізняється гострим смаком, вираженим ароматом внесених прянощів; із смаковими добавками і такими, що здатні утворювати желе (Гірчичний, Салатний, Вогник, Апельсиновий та ін.).

Майонез зберігають при температурі 3-7 °С і відносній вологості повітря не більш ніж 75 % протягом 15-30 днів, при температурі 14-18 °С — 5-днів. Його використовують як приправу до м'ясних, овочевих і рибних страв, для заправлення салатів, вінегретів. Колір цих видів майонезу залежить від добавок. На основі майонезу готують усі похідні соусу майонезу;

Соуси з подрібнених інгредієнтів — готують з подрібнених овочів, фруктів, зелені; або з м'ясного фаршу чи грибів. Такі соуси використовують по-різному: як інгредієнт до пасти, м'ясних страв та сандвічів. Сальса, песто, сацебелі, болоньезе, чатні, зелений соус; а також гострі соуси — основним компонентом, яких, є перець чілі або хрін. Їх часто використовують, як компонент маринадів. Табаско, самбал, соус чілі, соус барбекю, харисса, аджика — основні гострі соуси.

На сьогодні сегмент білих, червоних і гірчичних соусів на межі перенасичення; а солодких фруктових та соєвих — навпаки залежить від імпорту. Окрім того, відсутня єдина класифікація соусів, що значно ускладнює оцінку раціональності асортименту продуктів цього ринку, його відповідності споживчому попиту та прогнозування розвитку. Сегмент фруктових соусів на сьогодні штучно звужений і представлений на ринку продукцією високого цінового сегменту, тому не користується значним попитом серед споживачів.

Тому вивчення й аналіз ринку переробки овочевої сировини, подальше використання отриманих результатів для розробки, як нових видів продукції, так і удосконалення технології виробництва існуючих продуктів залишається важливою ланкою при вирішенні проблеми раціонального харчування населення цієї країни.

Отже, ринок соусної продукції досить складний і розвивається хаотично, оскільки окремі сегменти мають різну тенденцію виробництва, споживання, імпорту та експорту.

УДК 663.2

Угрин Ю. – ст. гр. ХК- 31

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КОРИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ВИНА ТА МЕТОДИ ЙОГО ФАЛЬСИФІКАЦІЇ**

Науковий керівник: ст. викл. Шпилик О.Б.

Ugryn Yuriy

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **USEFUL PROPERTIES OF WINE AND METHOD OF ITS FALSIFICATION**

Supervisor: Shpylyk O.

Ключові слова: фальсифікація, вино

Keywords: wine, falsification

Вино - це продукт, який складається із великої кількості органічних і неорганічних компонентів: органічних кислот, вітамінів, мінералів, азотистих, дубильних і пектинових речовин, поліфенолів тощо. Завдяки цьому зумовлюються його бактерицидні, жарознижуючі, тонізуючі та інші властивості. Ще одна корисна властивість вина, що впливає на здоров'я і довголіття, — здатність поглинати вільні радикали. Всі корисні властивості притаманні лише натуральному якісному виноградному вину. З часу його появи не вщухають дискусії, чого більше від вина - користі чи шкоди для нашого здоров'я. Лікарі стародавнього Риму та Греції вважали вино ліками. Греки додавали невелику кількість білого вина в питтєву воду для її дезінфекції. Наукові дослідження підтвердили, що менше як за годину після додавання вина до води, в ній не залишається хвороботворних мікроорганізмів. Сучасна медицина підтверджує цілющі властивості червоного вина у невеликих дозах. Йому поступаються рожеве та біле.

Складний технологічний процес, багатофакторність впливу на якість вин, неможливість отримання сировини з заданими раніше властивостями, сприяють тому, що виноградні вина відносяться до продуктів, які найбільш часто фальсифікують.

Види фальсифікації виноградних вин:

- розбавлення виноградного вина малоцінними продуктами (наприклад, дешевим плодово-ягідним вином ) для збільшення об'єму;
- галізація вина (додавання води до певного об'єму та доведення кислотності та міцності до визначених меж);
- шапталізація вина (обробка кислого сусла лужними реагентами та додавання цукру до бродіння або під час бродіння);
- петіотизація вина (настоювання та бродіння цукрового сиропу на вижимках після відділення виноградного соку);
- шеелізація або додавання гліцерину (для збільшення солодкості, зниження кислотності, гіркоти та переривання процесу бродіння);
- застосування консервантів (наприклад, саліцилової кислоти) для прискорення технологічного процесу; фарбування вина;
- виготовлення "штучного вина" (це суміш компонентів, які органолептично сприймаються як виноградне вино).



УДК 664.8./9

Шинкар І. – ст. гр. ХЕ – 11

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕКСТРАКЦІЇ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Науковий керівник: к.п.н., доцент Назарко І.С.

Shynkar I. – s. g. ХЕ – 11

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **APPLICATION OF EXTRACTION PROCESS IN THE FOOD INDUSTRY**

Supervisor: PhD, Associate Professor Nazarko I. S.

Ключові слова: екстракція, харчові продукти.

Keywords: extraction, foodstuff.

Екстрагуванням називають процес добування із твердих тіл або рідких сумішей одного чи кількох компонентів за допомогою розчинника (екстрагента) з вибірковою розчинністю. Цей процес відбувається у спеціальних апаратах – екстракторах, у які подають сировину, з якої добувають цільовий компонент, і розчинник (екстрагент). З екстракторів періодично чи безперервно відводять екстраговану речовину (екстракт).

Екстрагент повинен легко регенеруватися, бути селективним, порівняно дешевим. Таким вимогам відповідають вода, етанол, бензин, бензол, ацетон, розчини кислот, лугів, солей. У різних галузях харчової промисловості як екстрагенти використовують воду, спирт, бензин, бензол, дихлоретан тощо. Щоб одержати чисті цільові компоненти, екстракти, добуті за допомогою різних екстрагентів, піддають додатковому очищенню від нехарчових домішок, інколи їх згущують.

Залежно від фазових станів сировини та екстрагенту процес поділяють на екстрагування в системах:

- 1. Тверде тіло — рідина.**
- 2. Рідина — рідина.**

**Екстракція з твердих тіл** є одним з основних технологічних процесів при добуванні цукрози з буряків, олії з насіння соняшнику, бавовнику, сої, ефірної олії, при одержанні ферментів з культур плісеневих грибів, у виробництві вина, пива, лікеро-горілчаних виробів, крохмалю, розчинної кави, чаю та різних плодкових екстрактів. **Рідинну екстракцію** застосовують у виробництвах спирту, вина, олії, антибіотиків та інших харчових продуктів.

Технологічні процеси виготовлення багатьох видів харчової продукції пов'язані з переробкою сировини рослинного походження. Така сировина має капілярно-пористу структуру, сформовану клітинами різної будови, у вакуолях яких міститься цільовий компонент. У розчиненому вигляді він є в цукрових буряках, плодах і ягодах, в твердому – у висушених плодах, ягодах, травах, листі тощо. Частинки рослинної сировини, з яких екстрагують цільовий компонент, умовно зараховують до твердих тіл. Залежно від стану сировини (суха, волога) екстрагування поділяють на різну кількість послідовних стадій. Для екстрагування висушеної сировини існують такі стадії:

- проникнення розчинника в пори частинок сировини;
- розчинення цільового компонента;

- молекулярне перенесення розчиненої речовини до поверхні поділу фаз;
- перенесення екстрагованої речовини з поверхні частинок сировини в масу екстрагенту.

При екстрагуванні цільових компонентів із сировини, в якій вони містяться в розчиненому стані, перших двох стадій немає.

Різноманітні методи здійснення процесу екстрагування різняться кількома чинниками: способом взаємодії фаз, їх співвідношенням, методом підготовки сировини, впливом конструктивних елементів апаратів на стабільність руху фаз тощо.

До найважливіших способів взаємодії фаз належать протитечійний, прямотечійний та комбінований. Найвигіднішим є протитечійний спосіб екстрагування. Його головна позитивна якість полягає в тому, що можна досягти найповнішого добування цільового компонента, тобто найменших втрат у відходах. При прямотечійному чи комбінованому процесі ця можливість обмежується значенням кінцевої концентрації екстрагенту в процесі екстрагування.

Процеси екстракції широко використовуються *в громадському харчуванні*. Варіння та обжарювання сировини, як правило, завжди супроводжуються екстрагуванням тих або інших речовин з продукту у воду або жир. Так, *приготування чаю і кави* - є типовим процесом екстрагування з твердих речовин (водою) компонентів, що обумовлюють смак і запах цих напоїв. Цінність чаю та кави полягає саме в екстрактних речовинах, які переходять у воду.

Для отримання високоякісного *чаю* необхідно ретельно стежити за якістю води, вона не повинна бути жорсткою, не містити багато заліза. Заварюють чай кип'ятком, але кип'ятіння завареного чаю неприпустимо, оскільки разом з парами випаровуються цінні компоненти. Під час приготування *кави* для ефективного екстрагування цінних компонентів зерна кави заздалегідь подрібнюють. Встановлено, що кількість екстрактних речовин, які переходять у воду, збільшується майже в 1,5 рази при використанні зерен кави, подрібнених до 200 мкм (розмір частинки), у порівнянні з кавою, частинки якої мають розмір 800 мкм.

Процес екстрагування має велике значення при використанні різних пряних речовин, що додаються при варінні та обжарюванні м'ясних, рибних, овочевих продуктів, при приготуванні соусів і приправ. Смакові та ароматичні речовини з прянощів екстрагуються в бульйон або відвар. М'ясні бульйони готують з м'яса, м'ясо-кісткової сировини і кісток. При варінні цієї сировини з нього екстрагується багато речовин, зокрема: мінеральні речовини, білки, жири.

З метою повнішого екстрагування речовин, варіння необхідно проводити з урахуванням тих чинників, які обумовлюють ефективну екстракцію. Це перш за все **тривалість**, яка повинна бути такою, щоб забезпечити повний перехід екстрактних речовин. Останнім часом широкого розповсюдження набуло застосування готових екстрактів, отриманих з прянощів.

При варінні різних овочів, фруктів та ягід у результаті процесу екстрагування відбувається фарбування води. Ця властивість використовується при виробництві харчових барвників з рослинної сировини.

Отже, приготування їжі шляхом її варіння або обжарювання супроводжується мимовільним екстрагуванням цінних компонентів. Щоб звести його до мінімуму, необхідно правильно підібрати технологічні режими кулінарної обробки продуктів. Перш за все не можна залишати продукт, що досяг кулінарної готовності, в бульйоні або жирі при підвищеній температурі. Це відноситься перш за все до приготування відварних м'яса і риби, а також деяких видів плодів та овочів.

Секція: Матеріалознавство, міцність матеріалів і конструкцій

УДК 677.017

Василенко В.

*Київський національний університет технологій та дизайну*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НОВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ БАВОВНЯНИХ ВОЛОКНИСТИХ ВІДХОДІВ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Супрун Н.П.

Victoria Vasylenko

*Kyiv National University of Technologies and Design*

## **INVESTIGATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF NEW COMPOSITE MATERIALS BASED ON REGENERATED COTTON FIBERS**

Supervisor: PhD Natalia Suprun

Ключові слова: текстильні композиційні матеріали, неткане полотно, трикотажне полотно, регеновані бавовняні волокна.

Keywords: textile composite materials, nonwoven fabric, knitted fabric, regenerated recycled cotton fibers.

Проблема створення текстильних композиційних матеріалів із збалансованим співвідношенням гігієнічних і захисних властивостей є актуальним завданням для різних галузей промисловості, в тому числі, для виготовлення виробів легкої промисловості. Незважаючи на певний науковий обсяг нових розробок в цьому напрямку, залишаються невирішені питання, що пов'язані з вивченням та поліпшенням гігієнічних властивостей композиційних текстильних матеріалів ще на етапі проектування. Гігієнічні властивості отриманих термоклейовим методом двошарових і трьохшарових пакетів композиційних матеріалів (ТКМ) для взуття, в більшій мірі визначаються відповідними властивостями їхніх складових. До найважливіших гігієнічних властивостей відноситься показники гігроскопічності, повітропроникності, паропроникності, вологопоглинання та капілярності об'єктів дослідження, оскільки саме вони забезпечують утворення необхідного комфортного мікроклімату між текстильним композиційним матеріалом та між взуттєвим простором за рахунок виведення зайвої пароподібної вологи і крапельно-рідинної вологи з поверхні стопи людини. В процесі експлуатації взуття має необхідність у підтримці оптимального мікроклімату в внутрішньовзуттєвому просторі за рахунок його хорошої вентиляції, за допомогою вставок на основі текстильних композиційних матеріалів. Знизити вологість у внутрішньовзуттєвому просторі можна також за рахунок його хорошої вентиляції. Параметром, що характеризує цей показник, можна вважати коефіцієнт повітропроникності. Для розроблених ТКМ коефіцієнт повітропроникності визначався за стандартизованою методикою згідно ГОСТ 12088-77 при перепаді тиску 49 Па. Повітропроникність двошарових становить приблизно  $300 \text{ дм}^3 / (\text{м}^2 \times \text{с})$ , для тришарових, а з введенням до середнього шару нетканих полотен на основі нетканого термозклеєного полотна у співвідношенні 60% бавовняних відпадків, 20%

низькоплавкого волокна типу «ядро-оболонка та 20% регенованих ПЕ волокон становить  $200 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \times \text{с})$ . Одним з важливих чинників, що забезпечують комфортність взуття, є здатність ТКМ поглинати і пропускати пари води. У загальному випадку, вологопередача і подальше виведення з мікроклімату внутрішньо взуттєвого простору вологи, що виділяється стопою в навколишнє середовище, здійснюється за рахунок процесів сорбції вологи та її дифузії через системи наскрізних міжволокнистих, міжниткових, поверхневих та інших макро- і мікропор в ТКМ, і десорбції в зовнішнє середовище.

Дослідження паропроникності розроблених ТКМ проводилося за стандартизованою методикою (ДСТУ 3672-97) при градієнті температур  $13 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для двошарових ТКМ коефіцієнт паропроникності складає  $10,8 \text{ мг}/(\text{см}^2 \times \text{год})$ . У трьохшарових ТКМ, серединний шар складається з голкопробивного нетканого полотна, в якому основним компонентом є регеновані волокна, до складу яких, входять регеновані бавовняні волокна та низькоплавкі поліефірні волокна у співвідношенні 60/40 (зразок НМБ1) та 70/30 (зразок НМБ2), показники паропроникності через 5 годин складає  $10,0 \text{ мг}/(\text{см}^2 \times \text{год})$ . Аналіз отриманих експериментальних даних, свідчить про те, що коефіцієнт паропроникності досліджуваних вихідних матеріалів практично не залежить від їх сировинного складу. Із збільшенням часу витримання зразків над поверхнею водяного дзеркала від 5 до 16 годин, паропроникність і вологопоглинання гідрофобних полотен збільшується.

Враховуючи те, що процес капілярного підняття рідини в текстильних матеріалах пов'язаний із багатьма показниками ТКМ (вид будови, переплетення, сировинний вміст, товщина ниток, наявність направлення основи і утоку, товщина матеріалу, поверхнева густина, тощо) пропонується при проектуванні текстильних композиційних матеріалів для взуття за основний показник гігроскопічних характеристик матеріалів та пакетів на їх основі прийняти саме капілярність. Значення отримані при визначенні капілярності (ГОСТ 3816-81) показали, що вихідні матеріали верхній шар - двошарове трикотажне поліефірне полотно, має найбільший рівень підняття вологи по капілярам в повздовжньому напрямі з лицьової сторони на 85% більше, ніж з лицьової сторони в поперечному напрямі, хоча з виворітної сторони в обох напрямках капілярність приблизно однакова. Однак, нижній шар - клейовий трикотажний матеріал (КТМ) показав, що різниця підняття вологи по капілярам в обох напрямках, менш відчутна. Двошарові трикотажні полотна мають, достатньо високі показники капілярності з лицьової 85% та виворітної сторони 76% в обох напрямках, порівняно з клейовим трикотажним полотном до термоскріплення. Дублювання цих двох полотен, значно знижує капілярність порівняно з матеріалом верху, тому введення в якості запропонованого середнього шару голкопробивного нетканого полотна. Детальний аналіз кривих залежить від висоти капілярного підняття рідини пробами композиційних матеріалів від часу випробування, дозволив припустити те, що у багатьох випадках ці криві не закінчуються прямою горизонтальною лінією, яка б дозволила стверджувати про вихід капілярного процесу на стаціонарний режим. Це означає, те що після закінчення часу випробування капілярні процеси можливо ще тривають, а рідина ще не встигла піднятися на ту висоту, яка є максимально можливою для даної волокнисто – пористої системи.

З використанням термоклеєвого методу скріплення на основі двох видів трикотажних полотен та з додаванням нетканого полотна (середній шар) з вторинних бавовняних волокон, дозволило отримати дво- та трьохшарові композиційні текстильні матеріали ТКМ, що мають високі гігієнічні властивості, що дозволяють рекомендувати розроблені матеріали для використання в якості верху і внутрішніх деталей для різних видів текстильного взуття.

УДК 621.326

Поліщук Д. - ст. гр. МА-21

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ВИЗНАЧЕННЯ ВНУТРІШНІХ СИЛОВИХ ФАКТОРІВ ДЛЯ БРУСІВ ВИГОТОВЛЕНИХ З РІЗНОРІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Науковий керівник: ст.викл. Довбуш А.Д.

Polishchuck D.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

## DEFINITION OF POWER INTERNAL FACTORS FOR UNEVEN BARS ARE MADE OF DIFFERENT MATERIALS

Supervisor: Dovbush A.D.

Ключові слова: згин, кручення, модуль пружності

Key words: bending, twisting, elastic modulus

У машинобудуванні використовуються конструкції поперечні перетини, яких складаються з двох або більше матеріалів (рис. 1а,б), модулі пружності яких різні сприймаючи один і той самий вид деформації, різномірні матеріали деформуються однаково, але сприймають різні навантаження. Кожний вид деформації для таких перетинів має свою специфіку визначення внутрішніх силових факторів. Розглядаємо її на прикладі (рис.1б).Розтяг-стиск. Система 3-1=2 рази статично невизначена. Рівняння статички (рис.1 в,г):

$$P = N_1 + N_2 + N_3. \quad (1)$$

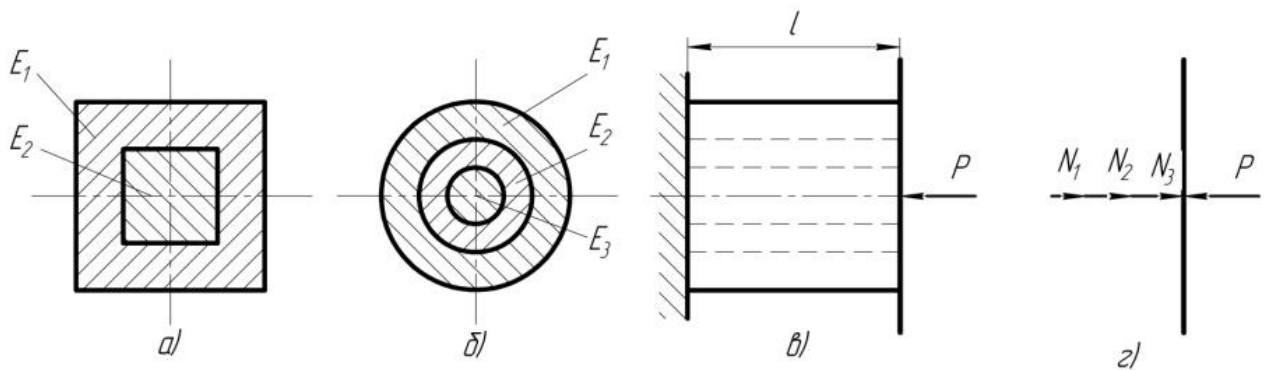


Рис.1. Схематизація сил і деформацій

Рівняння сумісності деформацій:  $\Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_3$ , або  $\frac{N_1 l}{E_1 F_1} = \frac{N_2 l}{E_2 F_2} = \frac{N_3 l}{E_3 F_3}$ ; (2)

З рівняння (2) визначаємо:  $N_2 = N_1 \cdot \frac{E_2 F_2}{E_1 F_1}$ ,  $N_3 = N_1 \cdot \frac{E_3 F_3}{E_1 F_1}$ ; (3)

Підставляючи (3) і (4) в (1), отримаємо,

$$P = N_1 + N_1 \cdot \frac{E_2 F_2}{E_1 F_1} + N_1 \cdot \frac{E_3 F_3}{E_1 F_1}; \text{ звідки } N_1 = \frac{P}{1 + \frac{E_2 F_2}{E_1 F_1} + \frac{E_3 F_3}{E_1 F_1}} = P \cdot \frac{E_1 F_1}{E_1 F_1 + E_2 F_2 + E_3 F_3}. \quad (4)$$

Аналогічні рівняння отримаємо для інших видів деформацій:

$$\text{- зсув } Q_1 = P \cdot \frac{G_1 F_1}{G_1 F_1 + G_2 F_2 + G_3 F_3}; \quad (5) \quad \text{кручення } M_{кр_1} = T \cdot \frac{G_1 I_{p_1}}{G_1 I_{p_1} + G_2 I_{p_2} + G_3 I_{p_3}}; \quad (6)$$

$$\text{- згин } M_{зг_1} = M \cdot \frac{E_1 I_1}{E_1 I_1 + E_2 I_2 + E_3 I_3}. \quad (7)$$

Аналізуючи отримані формули, можна зробити такий висновок. Якщо брус складається з  $i$ -ої кількості різномірних матеріалів, то в  $i$ -му матеріалі бруса виникає внутрішній силовий фактор, який визначається за формулою:

$$(В.С.Ф.)_i = З.С.Ф. \cdot \frac{(ДЖ)_i}{\sum_{i=1}^n (ДЖ)}, \text{ де В.С.Ф. - внутрішній силовий фактор (N, Q, M}_{кр},$$

$M}_{зг}); \quad З.С.Ф. - \text{зовнішній силовий фактор (P, T, M); ДЖ - деформаційна жорсткість (EF- розтяг-стиск; GF-зріз; GI}_p\text{- кручення; EI}_x\text{-згин).}$

1. Писаренко Г.С. Сопротивление материалов. Киев. «Вища школа» 1986р. 775с.

УДК 678.5

Бурдак М., Костенко А. –ст. гр. БПП-13

*Київський національний університет технологій та дизайну*

## **САМОВІДНОВЛЮЮЧІ ПОЛІМЕРИ "ЗАГОЮЮТЬСЯ" ПІД ВПЛИВОМ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО СВІТЛА**

Науковий керівник : доцент Довгопол Г.О

Burdak M., Kostenko A. – gr. BPP-13

*Kyiv National University of Technologies and Design*

## **A SELF-HEALING POLYMER FILLS IN CRACKS**

Supervisor: Dovgopol G.

Keywords: self-healing polymer, conventional polymers

The days of covering your dining room table in plastic for fear of a scratch and parking your new car at the farthest reaches of the grocery store parking lot might be numbered.

Researchers at Case Western Reserve University have developed a material that repairs itself when exposed to ultraviolet light. The polymer, they say, could one day be added to a range of products to create self-healing automotive paints and varnishes for furniture and floors.

What they have designed is essentially the ability for this polymer to disassemble on exposure to light. When it disassembles, the material reflows into the crack, and the system is healed. Stuart Rowan, PhD, a macromolecular scientist and engineer at the Case School of Engineering led the research team that developed the compound.

Unlike conventional polymers—which consist of long, chain-like molecules—the new compound is composed of smaller molecules, which are assembled into longer, polymer-like chains using metal ions as "molecular glue." Under intense UV light, the structures are temporarily unglued, transforming the originally solid material into a liquid that flows easily. When the light is switched off, the material reassembles and solidifies again, restoring its original properties.

The discovery was made in partnership between Rowan's team at Case Western Reserve and researchers from Switzerland's University of Fribourg and the Army Research Laboratory at Aberdeen Proving Ground in Maryland. The team's results were published in an April issue of *Nature*, and, though there is still a long way to go before self-healing paints and varnishes are available on the market, Rowan and his team say proving the concept works is an exciting first step.

New polymer heals itself—just add light. The days of living in fear of wayward shopping carts in parking lots might be numbered, thanks to a self-healing material discovered at the Case School of Engineering. A team led by Kent Hale Smith Professor Stuart J. Rowan, director of the school's Institute for Advanced Materials, has developed a polymer-based coating that repairs itself in seconds when exposed to UV light. Researchers say the material could be used in a range of products from automotive paints to varnishes for furniture and floors. The discovery still has a long way to go before self-healing paints and varnishes are available on the market, but researchers say proving the concept works is an exciting first step.

УДК 621.326

Дідич І. – ст. гр. КТМ-51, Лящук У. – ст. гр. КТМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ МОДИФІКОВАНИХ ДИСПЕРСНИМИ ЧАСТКАМИ**

Науковий керівник: к.т.н., Мороз К.М.

Didych I, Lyashchuk U

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

## **THE RESEARCH OF CORROSION PROPERTIES OF EPOXY COMPOSITES MODIFIED BY DISPERSE FILLERS**

Supervisor: Moroz K.M.

Ключові слова: епоксикомпозит, корозія, покриття

Keywords: epoxy composite, corrosion, coating

Корозія – процес руйнування металів і сплавів в наслідок хімічного та електрохімічного впливу на їхню поверхню зовнішнього корозійного середовища. В результаті корозії на поверхні утворюється шар продуктів корозії, з'являється місцеве корозійне руйнування у вигляді язв, плям, точок, і т.д., внаслідок чого утворюється іржа.

Перспективним напрямком вирішення завдання підвищення стійкості деталей до корозійного руйнування є застосування захисних покриттів. Найбільш перспективними є композиційні покриття на основі наповнених полімерів.

Об'єктом дослідження вибрано епоксиднодіановий олігомер марки ЕД-20. Епоксидний композит формували методом гідродинамічного суміщення компонентів з використанням пластифікатора у якості аліфатичної смоли ДЕГ-1 при концентраціях 10-50 мас.ч. на 100 мас.ч. епоксидної смоли ЕД-20. Затверджували композити низькотемпературним твердником поліетиленполіамін (ПЕПА) у співвідношенні 1:10, як наповнювач використали дисперсні частки карбіду бору ( $B_4C$ ), карбіду кремнію ( $SiC$ ), бориду алюмінію ( $AlB_{12}$ ), оксиду алюмінію ( $Al_2O_3$ ) та оксиду хрому ( $Cr_2O_3$ ).

Стійкість до катодного відшарування є однією із важливих експлуатаційних властивостей полімерних покриттів, які використовують для захисту технологічного устаткування від корозії. Її визначали за допомогою потенціостата. Отримані результати наведено в таблиці 1.

| Матеріал наповнювача і його кількість в композиції, мас.ч. | Корозійна стійкість, % |       |           |         |
|--|------------------------|-------|-----------|---------|
|  | $H_2O$                 | $HCl$ | $H_2SO_4$ | Бен-зин |
| $B_4C$ (100)   | +0.019                 | -0.06 | -0.02     | -0.11   |
| $SiC$ (100)  | +0.041                 | -0.08 | -0.02     | -0.09   |
| $AlB_{12}$ (100)   | +0.062                 | -0.09 | -0.025    | -0.03   |
| $AlB_{12}$ (100) + $Cr_2O_3$ (30)                          | +0.09                  | -0.10 | -0.04     | -0.05   |
| $AlB_{12}$ (100) + $Cr_2O_3$ (60)                          | +0.10                  | -0.16 | -0.07     | -0.08   |
| $AlB_{12}$ (100) + $Cr_2O_3$ (90)                          | +0.12                  | -0.13 | -0.10     | -0.09   |



| Матеріал наповнювача і його кількість в композиції, мас.ч.    | Корозійна стійкість, % |       |                                |        |
|---|------------------------|-------|--------------------------------|--------|
|   | H <sub>2</sub> O       | HCl   | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Бензин |
| AlB <sub>12</sub> (100) + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (30) | +0.08                  | -0.18 | -0.04                          | -0.08  |
| AlB <sub>12</sub> (100) + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (60) | +0.11                  | -0.13 | -0.10                          | -0.10  |
| AlB <sub>12</sub> (100) + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (90) | +0.20                  | -0.12 | -0.50                          | -0.23  |

Як показали проведені дослідження табл. 1 композити, що містять дисперсні тугоплавкі сполуки мають різну корозійну стійкість в залежності від агресивних середовищ, які діють на них. Так після довгої дії проточної води при температурі 293 К, візуально не виявлено ніякої зміни поверхні зразків. Однак при зважуванні встановлено, що маса зразків збільшилась. Це пояснюється тим, що відбувається сорбція води композитом по граничному шарі матриця - наповнювач, а у випадку, якщо затверділі композити використовуються у вигляді покриття, можливе також проникнення вологи на границю поділу покриття – підложка. Розглядаючи зв'язок водонепроникнення із складом композиційного покриття, слід відмітити, що на цей показник можуть впливати, як кожен компонент окремо, а саме матеріал матриці і структура наповнювача, так і склад композиту в цілому.

Дослідження хімічної стійкості композитів протягом 120 год. при дії 50% - розчинів H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> і HCl неорганічних кислот, рідкого палива, бензину (А-76) показали, що в усіх випадках відбувається зменшення маси зразків внаслідок часткового руйнування. Однак незалежно від виду агресивного середовища, на початковому етапі хімічного руйнування композитів відбувається явище дифузії і сорбції агресивних реагентів по граничному шарі матриця – наповнювач. По проходженню 240-300 годин перебування композитів в розчинах кислот відбувається часткове набухання і збільшення маси зразків. Подальше перебування зразків в агресивному середовищі спричиняє зміну його кольору, що є характерною ознакою початку процесу руйнування композиту. Процес руйнування має складний фізико - хімічний характер і в основному відбувається за рахунок хімічного розкладу наповнювача і деструкції полімерної матриці, а також в результаті проникнення агресивного середовища по граничному шару в тріщину яка розвивається. Це здійснює розклинюючу дію, у вершині якої концентрація напружень невелика, що обумовлює її подальший розвиток.

Досліджувані композити мають меншу корозійну стійкість до соляної кислоти, ніж до сірчаної. Це пов'язано в основному з хімічним розкладом частинок наповнювача, так як епоксидна матриця є хімічно стійкою до соляної кислоти. Сірчана кислота можливо менш хімічно діє на частинки наповнювача, однак, як відомо, дія її на полімерну матрицю веде до пониження числа ефірних зв'язків внаслідок деструкційних процесів.

Таким чином результати досліджень показали, що корозійна стійкість композитів, які містять дисперсний наповнювач, залежить від агресивності середовища, а руйнування, в основному відбувається за рахунок сорбції і дифузії агресивного середовища по граничному шарі наповнювач - матриця. Встановлено, що полімеркомпозиційні матеріали сорбуючи воду набухають без руйнування, а в розчинах соляної та сірчаної кислот частково руйнуються в результаті хімічної взаємодії з наповнювачем і деструкції полімерної матриці. В середовищі нафтопродуктів досліджувані композити мають найбільшу корозійну стійкість. Крім того, дослідження показали, що введення в склад композицій крім основного наповнювача, мілкодисперсних частинок оксиду хрому і Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> приводить до зниження їх корозійної стійкості.

УДК.687.17:620.17

Кушнір О. - ст. гр. МгШЕ-14

*Київський національний університет технологій та дизайну*

## **КОНФЕКЦІОНУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ НА КОМПЛЕКТ ЛІКАРНЯНОЇ БІЛИЗНИ ДЛЯ ІНВАЛІДІВ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Супрун Н.П.

Kushnir Olesya - student of group MhShe-14

*Kyiv National University of Technology and Design*

## **KONFEKTIONING OF MATERIALS ON THE SET OF HOSPITAL UNDERWEAR FOR DISABLED**

Supervisor: Professor Suprun N.P.

Ключові слова: білизна для лежачих хворих, комфортність, показники якості

Keywords: hospital underwear for bed-patients, comfortability, quality parameters

Воєнні дії, які на протязі останнього часу ведуться на території нашої країни, призвели до значного зростання кількості поранених. На жаль, значна частина з них після операцій залишається інвалідами. Використання інвалідами не пристосованого, випадкового одягу, приводить до обмеження їх можливостей самостійно виконувати життєво важливі функції. Вибір конструкції і матеріалів для такого одягу слід проводити з урахуванням фізичного стану хворих, за рекомендаціями лікарів, та побажаннями самих хворих. Особливу увагу слід приділяти такому вибору в період знаходження хворої або пораненої людини у стаціонарному лікувальному закладі.

Нами була розроблена модель чоловічої білизни для лежачих хворих, конструкція якої створена після опитування пацієнтів та лікарняного персоналу Головного військово-медичного клінічного центру в м. Києві. В конструкції максимально враховані умови зручності та функціональності, здатності виробу виконувати основні та допоміжні функції. Окрему уваги приділено раціональному вибору матеріалів.

Білизняні вироби, які безпосередньо дотикаються до тіла людини, перш за все повинні забезпечувати нормальне функціонування організму - вільно поглинати рідку та пароподібну вологу з поверхні тіла і поволи відводити її в зовнішні шари одягу. До того ж ці вироби мають захищати організм від охолодження та забруднення, очищати шкіру від поту та жиру. Крім високої гігієнічності, білизняні вироби для використання в шпиталі мають бути стійкими до багаторазового прання, витирання та багаторазових деформацій згинання та розтягування. Ці вироби мають бути також м'якими, легкими, вони не повинні містити в собі токсичних і алергічних речовин, які могли б негативно впливати на організм або викликати пошкодження ранових ділянок шкіри.

Для експертного оцінювання ми використовували наступні стандартизовані показники якості: зміна лінійних розмірів після мокрих обробок, коефіцієнт повітропроникності, гігроскопічність, стійкість пофарбування до прання, художньо-колористичне оформлення, жорсткість, питомий поверхневий електричний опір, поверхнева густина, стійкість до стирання по площині, капілярність.

Після обробки анкет експертів до найбільш вагомих показників вийшли наступні: гігроскопічність ( $j = 0,19$ ), коефіцієнт повітропроникності ( $j = 0,18$ ), зміна

лінійних розмірів після мокрих обробок ( $j = 0,14$ ), жорсткість при згинанні ( $j = 0,16$ ). Для порівняльного аналізу та розрахунку комплексних показників якості було обрано 7 видів бавовняних тканин, які випускаються вітчизняною промисловістю. Для визначення узагальненої комплексної оцінки проведено порівняти їх між собою за значеннями найбільш вагомих показників якості (таблиця 1). Комплексна оцінка якості матеріалів основана на використанні одного узагальненого показника, в якому поєднані показники, обрані для оцінки якості. Для цього окремі показники якості, які мають різну розмірність, були переведені у безрозмірні за допомогою відносних показників якості  $K_i$  та далі був розрахований узагальнений показник якості.

**Таблиця 1 – Натуральні значення показників якості матеріалів**

| Зразок  | Натуральні (розмірні) значення показників |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
|   | Гігроскопічність %                        | Коефіцієнт повітропроникності, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ | Зміна лінійних розмірів після мокрих обробок, % | Жорсткість, $\text{мН} \cdot \text{см}^2 \cdot 10^3$ |
| Ситець, Арт. 21338                              | 9,24                                      | 238  | 1,5   | 1,8  |
| Батист, Арт. 39744                              | 8,2                                       | 680  | 1,0   | 1,4  |
| Поплін сорочковий, Арт. 704                     | 10,17                                     | 292  | 1,8   | 1,2  |
| Тканина сорочкова «Нива», Арт. 880              | 10,9                                      | 322  | 1,4   | 2,6  |
| Тканина сукняно-сорочкова «Херсонка», Арт. 1302 | 11,9                                      | 946  | 2,9   | 2,3  |
| Полотно сорочкове Херсонське, Арт. 785          | 10,0                                      | 610  | 2,8   | 5,5  |
| Поплін сорочковий, Арт. 749                     | 10,4                                      | 330  | 1,2   | 4,2  |
| Базове значення показника $X_{\text{баз}}$      | 12  | 946  | 1,0   | 1,2  |

Після розрахунку комплексних оцінок було визначено місце кожного зразка. Перше місце отримав зразок №3, який є найкращим для виготовлення комплекту, оскільки він має оптимальне співвідношення всіх розглянутих показників – достатньо високі гігієнічні властивості, що є найголовнішим, невелику жорсткість, що забезпечить приємність при контакті зі шкірою. Доволі високі показники зміни лінійних розмірів слід буде враховувати при виборі значень припусків.

УДК 687.17:620.17

Литвинова О. – аспірантка

*Київський національний університет технологій та дизайну*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Науковий керівник: д.т.н., професор Супрун Н.П.

Litvinova O. - graduate student at the Department of Materials, Commodity and examination of textile materials

*Kyiv National University of Technology and Design*

## **DEFINITION OF PERFORMANCE PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS MEDICAL PURPOSE**

Supervisor: Professor Suprun N.P

Ключові слова: медичний текстиль, ранові пов'язки, тканини, трикотаж, неткані полотна медичного призначення.

Keywords: medical textile, wound dressings, fabrics, knitted fabrics, non-woven fabric for medical purpose.

Першим засобом допомоги в екстрених травматизуючих ситуаціях на протязі всієї історії людства були і залишаються ранові покриття, що обумовлено доступністю і простотою їх застосування в різних умовах. Умовами, що забезпечують оптимальне загоєння рани, є: вологість поверхні рани; достатня концентрація кисню в тканинах рани; відсутність надмірної кількості ранового ексудату; захист від зовнішніх травмуючих впливів; запобігання вторинного інфікування; захист від надлишкових теплових втрат.

Основними текстильними матеріалами, які використовують в медичній практиці в нашій країні і за кордоном для ранових покриттів, є тканини, трикотаж, неткані полотна. В нашій країні дотепер найчастіше використовується медична вибілена гігроскопічна марля, з якої виготовляють ватно-марлеві медичні пов'язки, марлеві бинти, серветки, кульки і перев'язувальні пакети. Однак слід зазначити, що шкірні рани, вкриті традиційними марлевими пов'язками, мають тенденцію до висихання, що призводить до уповільнення процесу загоєння. Суттєвим недоліком цього матеріалу, також є можливість її адгезії до рани, що при висиханні і відокремлюванні визиває травми шкіри.

Крім тканин, досить широке застосування в медичній практиці отримали трикотажні полотна. На відміну від тканин, вони мають високу рухливість, гнучкість, еластичність, розтяжність, що дозволяє отримувати вироби у вигляді трубок різних діаметрів і форм. У промислово розвинених країнах для виготовлення медичного текстилю широко застосовуються також неткані матеріали. В основному, використовуються у виробництві постільної білизни, санітарно-гігієнічних виробів, засобів особистої гігієни, перев'язувальних матеріалів, одягу та ін. На відміну від тканин і трикотажу, виготовлення нетканих медичних матеріалів не вимагає застосування складного обладнання, їх можна отримувати з відходів виробництв волокон і ниток. Неткані полотна мають високу вбиральність, що дозволяє полегшити процес їх обробки лікарськими препаратами, забезпечити легкість проходження і

утримування пото- і раневих видділень. Вони легко ріжуться в будь-яких напрямках, не порушуючи структури матеріалу, края в них не обсіпаються, можуть вільно контактувати з відкритими раневими поверхнями. Найбільш поширеними є неткані матеріали, які одержують голкопробивним і полотно прошивним способами, термоскріпленням склеюванням та їх комбінаціями.

В якості об'єктів досліджень було обрано три види трикотажних полотен, які можуть використовуватися і як самостійні медичні пов'язки або ранові покриття, і як один із шарів в багат шарових покриттях. Структурні характеристики досліджуваних матеріалів наведені в таблиці 1. Зразки розрізняються як видом сировини, так і переплетенням.

**Таблиця 1 Структурні характеристики досліджуваних трикотажних полотен**

| Номер зразка | Вміст складників сировинного складу, % | Вид та лінійна густина ниток [текс] | Переплетення | Поверхнева густина, [г/м <sup>2</sup> ] | Товщина, [мм] | Число петельних рядків і стовпчиків (ниток) на 100 мм |             |
|--------------|--|-------------------------------------|--------------|---|---------------|---|-------------|
|              |  |                                     |              |   |               | $N_p (I_o)$   | $N_c (I_y)$ |
| 1            | Бавовна – 100                          | ПрБав, 19,1                         | пресове      | 195                                     | 0,85          | 115   | 215         |
| 2            | Віс – 100                              | НВіс, 20,8                          | гладь        | 210                                     | 0,52          | 160   | 245         |
| 3            | ПП – 100                               | НПП, 12,0                           | ластик 1+1   | 127                                     | 0,70          | 95  | 125         |

Відмінною рисою нового покоління покриттів для ран є забезпечення цілоспрямованого транспорту в очаг ураження ліків визначеної ефективної концентрації при їх мінімальному накопичуванні у неушкоджених тканинах та органах. При накладанні на рану проходить контрольоване вивільнення лікувальних речовин в необхідній концентрації і забезпечується санація ранової поверхні. Однією з умов, що забезпечують оптимальне загоєння рани, є підтримання вологого стану її поверхні при відсутності надмірної кількості ранового ексудату. Саме тому до найважливіших показників якості матеріалів для ранових покриттів відносять гігієнічні, а саме здатність матеріалів сорбувати рідку вологу. Отримані експериментальні дані наведено в таблиці 2.

**Таблиця 2. Визначення капілярності та площі розтікання краплі**

| Номер зразка | Капілярність, $K$ [мм] (ГОСТ 3816-81)            | Площа розтікання води, $S$ [мм <sup>2</sup> ] |
|--------------|--|---|
|              | в поздовжньому напрямку / в поперечному напрямку |   |
| 1            | 165 / 167  | 1550±20                                       |
| 2            | 134 / 134  | 1590±40                                       |
| 3            | 3 / 3  | 5±1   |

Дослідження гігієнічних властивостей трьох видів трикотажних полотен вітчизняного виробництва різного сировинного складу та виду переплетень дозволило провести порівняльний аналіз відмінностей кожного з них з питань здатності сорбувати та утримувати в своїй структурі та крапельно рідку вологу, що є одним із найбільш вагомих вимог до показників якості. Отримані дані є базовими для подальшої розробки багатокомпонентних текстильних структур ранових покриттів нового покоління.

УДК 621.326

Сеничак Д. - ст. гр. ТЗ-10-1

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## **СТРУКТУРНА ДЕГРАДАЦІЯ МАТЕРІАЛУ МАГІСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДУ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Біщак Р.Т.

Senuchak D.

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

## **STRUCTURAL DEGRADATION OF THE MATERIAL PIPELINE**

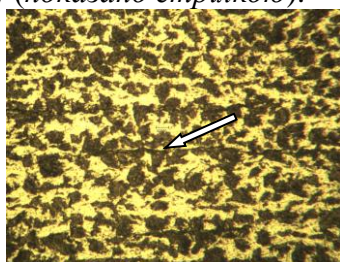
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Roman Bishchak

Keywords: structural degradation, material, pipeline.

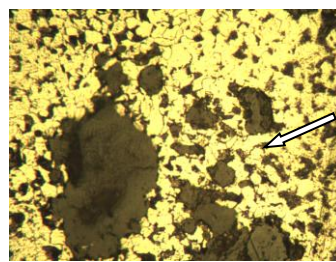
Проблема деградації властивостей сталей магістральних газопроводів України, які експлуатуються понад 30 років вимагає підвищеної уваги [1]. Оцінювання структурно-механічної деградації матеріалів магістральних газопроводів дозволяє виявити ділянки потенційної небезпеки та запобігти їх непрогнозованому руйнуванню.

Досліджували металографічні шліфи, вирізані з магістрального газопроводу діаметром 1020 мм «Київ – Захід України - 1» (КЗУ-1) після сорока років експлуатації в землі, у радіальному та осьовому напрямках із зовнішньої та внутрішньої поверхні труби. Аналізовану поверхню протравлювали у 2% розчині азотної кислоти, досліджували шліфи на металографічному мікроскопі ММО-1600АТ.

Темплетам вирізаним в осьовому напрямку притаманна яскраво виражена смугастість ферито-перлітної структури, рис. 1а. На зовнішній поверхні труби виявлено низку тріщиноподібних розшарувань, орієнтованих переважно у повздовжньому напрямку (*показано стрілкою*).



а



б

Рис. 1. Мікроструктура газопроводу після 40-ка років експлуатації ( $\times 400$ ): а – у осьовому напрямку; б – у радіальному напрямку

Мікроаналізом встановлено, що тріщина поширювалась міжкристалітно, із окремими розгалуженнями. Крім «великих» тріщин, виявлено низку мікротріщин на межах зерен. Очевидно, тріщини зароджувались на межах зерен, а поширювались під дією напружень, за механізмом стрес – корозії.

Секція: **Приладобудування**

УДК 681.51, 621.3.07

Горин Т. - ст. гр. РКМ-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **КОНСТРУКЦІЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ШИРИНИ РОБОЧИХ ПОЯСКІВ ПОРШНЕВИХ КІЛЕЦЬ**

Науковий керівник: асистент Стрембіцький М.О.

Horyn T.

*Ternopil Ivan Pul'uy National Technical University*

## **CONSTRUCTION DEVICE FOR MEASURING THE WIDTH OF THE WORKING BANDS PISTON RINGS**

Supervisor: assistant Strembitskyu M.O.

Ключові слова: поршне кільце, робоча поверхня

Keywords: piston ring, working surface

Процедура контролю є важливою при виготовленні деталей, оскільки відхилення у зовнішніх умовах, технологічних параметрах чи суб'єктивні фактори можуть спричинити вихід робочих параметрів за межі встановлених норм. Контроль може проводитися, як з метою відбраковки деталей з контрольної партії, так і з метою виявлення систематичних порушень норм технологічного процесу, або недостатньої його організації.

Метою роботи є розробка конструктиву пристрою для вимірювання ширини робочого пояса поршневого кільця контактним методом, з подальшою цифровою обробкою результатів вимірювання.

Об'єктом дослідження є поршневі кільця. Форма поперечного січення яких може розглядатися: прямокутна робоча поверхня, нижня проточка на зовнішньому діаметрі, верхня фаска на зовнішньому діаметрі.

Пристрій потребує встановлення на рухому опору поршневого кільця, після натискання кнопки «Старт», виконується запуск приладу. Кільце підтискається електромагнітом до опорних роликів, вимірювальної призми та давача. Оптопара №1 дає сигнал мікроконтролеру для повертання кільця, електродвигуном. Коли щілина на кільці пройшла оптопару №2, давач починає передавати вимірювальні дані на контролер. Оптопара №3 дає сигнал про завершення вимірювання, зупинку електродвигуна, вимикання електромагніта. Отримані дані є можливість виводити на LCD дисплей, а також записувати в пам'ять пристрою та передавати на ЕОМ, через порт UART. Послідовність цих операцій забезпечує програма на мікроконтролері.

Розроблений прилад дозволяє: підвищити точність вимірювання, через використання вимірювального перетворювача, який дозволяє звести вимірювання до знаходження відхилення призми від заданого положення, і таким чином використовувати високоточні індуктивні давачі; проводити автоматизовані збір вимірювальної інформації та відбракування деталей які не задовольняють поставлені вимоги; проводити автоматизовану обробку даних про ширину пояса, з метою оцінки якості технологічного процесу його виготовлення.

## З М І С Т

| <i>Секція:</i>   | <u>Обладнання харчових виробництв</u> |           |
|--|---------------------------------------|-----------|
| Лозовський Ю.<br><b>АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА НА<br/>ВАЛЬЦЬОВОМУ ВЕРСТАТІ Р6-ВС 185Х250</b>                   |                                       | <b>3</b>  |
| Паробок Г.<br><b>ВПЛИВ ВІДХОДІВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ<br/>НА ДОВКІЛЛЯ</b>   |                                       | <b>5</b>  |
| Линва С.<br><b>ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА<br/>ОТРИМАННЯ ВЕРШКІВ З МОЛОКА</b>                                    |                                       | <b>6</b>  |
| Безпалько Р.<br><b>ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ<br/>МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ЦУКРУ</b>     |                                       | <b>7</b>  |
| Борушак В.<br><b>РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ<br/>ЯКОСТІ БОРОШНА</b>                                    |                                       | <b>8</b>  |
| Булах Є., Люлька О.<br><b>УДОСКОНАЛЕННЯ НОЖОВОЇ РАМИ ДЛЯ<br/>ВІДЦЕНТРОВИХ БУРЯКОРІЗОК</b>                            |                                       | <b>9</b>  |
| Великошич Р.<br><b>ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ТРАВМАТИЗМУ<br/>В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ</b>   |                                       | <b>10</b> |
| Городиський Н.<br><b>АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИЛУЧЕННЯ БАР<br/>ПРИ ВИРОБНИЦТВІ РОЗЧИННОЇ КАВИ</b>              |                                       | <b>11</b> |
| Захаров В., Пащенко Б., Бусигін О., Тростянський Є.<br><b>КОНЦЕНТРУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН<br/>ЕЛЕКТРОДІАЛІЗОМ</b> |                                       | <b>12</b> |
| Зубрев А.<br><b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБУ<br/>ОЧИЩЕННЯ РИБИ ВІД ЛУСКИ ЗА ДОПОМОГОЮ<br/>УЛЬТРАЗВУКУ</b>    |                                       | <b>13</b> |
| Корнієнко Л.<br><b>РОЗДІЛЕННЯ ПІСЛЯСПИРТОВОЇ БАРДИ<br/>УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЄЮ</b>   |                                       | <b>15</b> |
| Костюк І.<br><b>ВАКУУМНА ІНФУЗІЯ ПІД ПЛІВКОЮ</b>   |                                       | <b>16</b> |
| Никитюк Т.<br><b>МОДЕРНІЗАЦІЯ КОЛОННОГО ДИФУЗІЙНОГО АПАРАТА</b>  |                                       | <b>16</b> |



|   |           |
|---|-----------|
| <b>Лихобаба О.<br/>РОЗРОБКА АПАРАТУРНОГО ОСНАЩЕННЯ<br/>ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ПЕКТИНОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ</b>  | <b>18</b> |
| <b>Матвіїв І.<br/>ДОСЛІДЖЕННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ ФІЛЬТРІВ П9-УФЛ НА<br/>БАЗІ ПРОГРАМОВАНОГО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРА</b>  | <b>20</b> |
| <b>Мельник А.<br/>ЗАСТОСУВАННЯ ДВООКИСУ ВУГЛЕЦЮ В ХАРЧОВІЙ<br/>ПРОМИСЛОВОСТІ</b>  | <b>21</b> |
| <b>Наворинський Д.<br/>ДИНАМІКА ТРАВМАТИЗМУ В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ</b>   | <b>22</b> |
| <b>Деркач А.<br/>ОЦІНКА ВАЛКОВОГО НАГНІТАННЯ ТІСТА</b>  | <b>23</b> |
| <b>Пришляк Н.<br/>ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ<br/>ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЕКСТРУЗІЇ</b>  | <b>24</b> |
| <b>Гарасівка Я.<br/>ПІДГОТОВКА ВИШНІ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ</b>  | <b>25</b> |
| <b>Пивоварчук В.<br/>ФІЛЬТРУВАЛЬНІ ЦЕНТРИФУГИ У ВИРОБНИЦТВІ ЦУКРУ</b>   | <b>26</b> |
| <b>Осипов В.<br/>СУХЕ МОЛОКО ТА ЙОГО ВИРОБНИЦТВО</b>  | <b>27</b> |
| <b>Кінаш Д.<br/>ВІДСАДОЧНІ МАШИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ПЕЧИВА</b>  | <b>28</b> |
| <b>Сагайдак О.<br/>ВПЛИВ ДЕАЕРАЦІЇ НА СТЕПІНЬ НАСИЧЕННЯ НАПОЇВ<br/>СО<sub>2</sub></b>   | <b>29</b> |
| <b>Шийка О.<br/>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ<br/>ПАРАМЕТРІВ СТРІЧКОВОГО ПРЕСА В-FRU-2500НК НА<br/>ЯКІСТЬ ПРОДУКТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ<br/>ВИЖИМАННЯ СОКУ</b> | <b>30</b> |
| <b>Шипко Г.<br/>ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ<br/>В МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ</b>   | <b>31</b> |
| <b>Войтюк В.<br/>ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ<br/>ХАРАКТЕРИСТИК ТІСТА</b>  | <b>32</b> |
| <b>Калим Н.<br/>ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ І<br/>ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ ПРЕСУВАННІ СИРУ</b>  | <b>34</b> |

Секція:

Інформаційні технології

|  |           |
|--|-----------|
| Смучок І.<br><b>ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ПІДХОДІВ ДО РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ ПОВТОРНО ВИКОРИСТОВУВАНИХ КОМПОНЕНТІВ</b> | <b>36</b> |
| Кнюх А.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ НА ЕТАПІ ЇХ СУПРОВОДУ</b>  | <b>37</b> |
| Ковальчук Н.<br><b>ПЛАТФОРМА .NET</b>  | <b>38</b> |
| Липовий Т.<br><b>БІОМЕТРИЧНА АУТЕНТИФІКАЦІЯ ЗА КЛАВІАТУРНИМ ПОЧЕРКОМ</b>   | <b>39</b> |
| Попович Х.<br><b>РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ ТЕСТУВАННЯ ДЛЯ ВЕБ-ДОДАТКІВ</b>  | <b>40</b> |
| Процків Ю.<br><b>ЗАДАЧА СТЕРЕО ВІДПОВІДНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ</b>   | <b>41</b> |
| Сасага С.<br><b>МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ</b>  | <b>42</b> |
| Щербик І.<br><b>КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ</b>   | <b>43</b> |
| Семенюк В.<br><b>СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ</b>  | <b>45</b> |
| Баран М.<br><b>РОЗРОБКА МЕТОДУ І АЛГОРИТМІВ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ НЕРІВНОВІДАЛЕНИМИ ВУЗЛАМИ</b>   | <b>47</b> |
| Квач П.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ЗАХИСТУ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ</b>  | <b>48</b> |
| Біловус А.<br><b>ЗАДАЧІ ДИСКРЕТНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ</b>   | <b>49</b> |
| Біловус Д.<br><b>METEOR JS</b>   | <b>51</b> |
| Горобець Ю.<br><b>ПОШУКОВА ОПТИМІЗАЦІЯ САЙТУ</b>   | <b>52</b> |
| Гураль І.<br><b>ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПОШУК</b>  | <b>53</b> |
| Пасікова Т.<br><b>ПАРАЛЕЛЬНІ ОБЧИСЛЕННЯ</b>  | <b>54</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| Ніколаєнко С.<br><b>ПРОДУКТИВНІСТЬ МОБІЛЬНИХ ПРОЦЕСОРІВ У<br/>ВІДПОВІДНОСТІ ДО ЛІТОГРАФІЇ</b>                                      | <b>56</b> |
| Мулярчук Б.<br><b>ВЕБІНАР</b>  | <b>58</b> |
| Кіянський В.<br><b>ВЕБ - ПРОДУКТИ</b>  | <b>59</b> |
| Жбанов Є.<br><b>ПОШУКОВА ОПТИМІЗАЦІЯ САЙТУ</b>   | <b>61</b> |
| Ваверчак А.<br><b>РОЗГОРТАННЯ WEB-СТОРИНОК</b>   | <b>63</b> |
| Железняк Х.<br><b>МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ<br/>В МІСТІ ЗБОРІВ</b>  | <b>64</b> |
| Бачинський І.<br><b>ОГЛЯД АЛГОРИТМІВ АНАЛІЗУ ТРАФІКУ<br/>КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ</b>   | <b>65</b> |
| Било Н.<br><b>МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ<br/>СИСТЕМ РОЗМЕЖУВАННЯ ДОСТУПУ<br/>МЕРЕЖОРІЄНТОВАНИХ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ</b> | <b>66</b> |
| Боїло Є.<br><b>МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ<br/>ГАРАНТОЗДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ</b>   | <b>68</b> |
| Буранич І.<br><b>ПРОТОКОЛ EIGRP</b>  | <b>69</b> |
| Вербицький І.<br><b>КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА ТА СИСТЕМА<br/>ВІДЕОНАГЛЯДУ ДЛЯ АДМІНБУДІВЛІ<br/>КП «ТЕРНОШЛЬВОДОКАНАЛ»</b>                 | <b>70</b> |
| Габура У.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ТРАФІКУ В<br/>КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ</b>   | <b>71</b> |
| Грондзаль А.<br><b>ОГЛЯД МЕТОДИКИ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНО-<br/>АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ НА БАЗІ ШТУЧНИХ<br/>НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ</b>            | <b>72</b> |
| Гуйда О.<br><b>ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ</b>   | <b>73</b> |
| Горінін М.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ<br/>ПАКЕТІВ В<br/>КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ</b>                                       | <b>74</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| Казьмірчук Н.<br><b>БАГАТОШЛЯХОВА МАРШРУТИЗАЦЯ ДАНИХ НА ОСНОВІ<br/>МУРАШКОВОГО АЛГОРИТМУ</b>   | <b>75</b> |
| Кирич Б.<br><b>ЕЛЕКТРОННА БІБЛІОТЕКА</b>   | <b>76</b> |
| Климчук А.<br><b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ<br/>КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ</b>   | <b>77</b> |
| Колесник Х.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВаних<br/>СИСТЕМ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ</b>   | <b>79</b> |
| Кравченко Т.<br><b>РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОГО МЕТОДУ<br/>ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КУТІВ РОЗКРИТТЯ<br/>ВЕРШИНИ ВТОМНОЇ ТРИЩИНИ</b>                           | <b>80</b> |
| Кріль Ю.<br><b>ПЛАНУВАННЯ ЗАВДАНЬ В РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ</b>  | <b>81</b> |
| Морозюк Р.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ БЕЗДРОТОВИХ<br/>МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ НА ОСНОВІ СТАНДАРТУ IEEE<br/>802.15</b>                                | <b>82</b> |
| Максимець О.<br><b>АНАЛІЗ МЕТОДІВ СТЕГАНОГРАФІЇ У ФАЙЛАХ<br/>ФОРМАТУ PORTABLE EXECUTABLE</b>   | <b>84</b> |
| Мілян Н.<br><b>ПЛАТФОРМА JAVA</b>  | <b>85</b> |
| Паращук В.<br><b>МОДЕЛЮВАННЯ ТОПОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ</b>  | <b>86</b> |
| Підвальний В.<br><b>ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ WEB-ПРОЕКТІВ</b>  | <b>87</b> |
| Поп В.–<br><b>ОЦІНКА ПРОГРАМ АВТОМАТИЗАЦІЇ<br/>БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ</b>  | <b>88</b> |
| Савчук О.<br><b>ЯКІСТЬ ОБСЛУГОВУВАННЯ В СИСТЕМІ IP-ТЕЛЕФОНІЇ</b>   | <b>94</b> |
| Смик Ю.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЗБІЛЬШЕННЯ ШВИДКОСТІ<br/>ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПО ОПТИЧНОМУ КАБЕЛЮ ЗА<br/>ДОПОМОГОЮ КОМПЕНСАЦІЇ ХРОМАТИЧНОЇ<br/>ДИСПЕРСІЇ</b> | <b>95</b> |
| Солодкий В<br><b>ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТИЗАЦІЇ В МЕРЕЖІ ШЛЯХОМ<br/>ЗАДАВАННЯ ВІДПОВІДНИХ МЕТРИК</b>  | <b>96</b> |

|   |            |
|---|------------|
| Станько А.<br><b>ІСТОРІЯ КОМПАНІЇ APPLE INC.</b>  | <b>97</b>  |
| Чайковська О.<br><b>КЛАСТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ<br/>ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ</b>   | <b>99</b>  |
| Бережник І., Тифанюк Д.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ СУЧАСНОГО<br/>РОЗВИТКУ СКБД</b>   | <b>100</b> |
| Гайда Н.<br><b>ПОРІВНЯННЯ ПРОТОКОЛІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ<br/>RIP І EIGRP</b>  | <b>101</b> |
| Ступ'як Р.<br><b>АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ УПРАВЛІННЯ<br/>НАВАНТАЖЕННЯМ МЕРЕЖЕВИХ СИСТЕМ<br/>ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ</b>                                | <b>102</b> |
| Церкунік А.<br><b>ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ<br/>РЕСУРСАМИ ГРІД</b>   | <b>103</b> |
| Чертова М.<br><b>ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ МЕТОДАМИ<br/>КОМП'ЮТЕРНОЇ СТЕГАНІГРАФІЇ</b>  | <b>104</b> |
| Динако М.<br><b>МОДЕЛІ СИСТЕМ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ОБРОБКИ<br/>ДАНИХ ТА ПАРАЛЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ</b>   | <b>105</b> |
| Ханенко Г.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА<br/>ВІЗУАЛЬНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ РОЗРАХУНКУ<br/>ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ</b> | <b>106</b> |
| Циганенко О.<br><b>ЕЛІПТИЧНА КРИПТОГРАФІЯ</b>   | <b>107</b> |
| Цушко О.<br><b>ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ<br/>ВОДОСПОЖИВАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ<br/>ПОПИТУ ВОДИ</b>                                    | <b>109</b> |
| Шимків В.<br><b>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ МЕРЕЖ НА<br/>БАЗІ MPLS</b>   | <b>110</b> |
| Шимків В.<br><b>СТРУКТУРОВАНІ КАБЕЛЬНІ СИСТЕМИ</b>  | <b>111</b> |
| Шклярчук М., Карнаухов О.<br><b>МОДЕЛЬ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМУ<br/>ВІДМІНЮВАННЯ ВЛАСНИХ ІМЕННИКІВ<br/>В УКРАЇНСЬКІЙ МОВІ</b>           | <b>113</b> |

|   |            |
|---|------------|
| Юзва І.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ<br/>МАРШРУТИЗАЦІЇ У МЕРЕЖАХ З ДУПЛЕКСНИМИ<br/>КАНАЛАМИ ЗВ'ЯЗКУ</b> | <b>114</b> |
| Нагорний Н.<br><b>РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ</b>   | <b>115</b> |
| Матвійчук Т.<br><b>МЕТОДИ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОШУКУ</b>   | <b>116</b> |
| Писаренко А.<br><b>МЕТРИКИ ТА КРИТЕРІЇ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО<br/>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b>                                | <b>118</b> |
| Бутрин Л.<br><b>РЕЛЯЦІЙНА МОДЕЛЬ БАЗИ ДАНИХ</b>   | <b>119</b> |
| Лис В.<br><b>РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ІНТЕРНЕТ-<br/>МАГАЗИНОМ</b>  | <b>121</b> |

*Секція:* **Математика**

|   |            |
|---|------------|
| Вдовиченко П.<br><b>ІНТЕГРУВАННЯ ЛІНІЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ<br/>РІВНЯНЬ МЕТОДОМ СТЕПЕНЕВИХ РЯДІВ</b>                    | <b>123</b> |
| Биків Н.<br><b>РОЗВ'ЯЗОК ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО РІВНЯННЯ ДРУГОГО<br/>ПОРЯДКУ</b>  | <b>124</b> |
| Дранівський М.<br><b>ЕЛЕМЕНТИ НАРОДНОЇ МАТЕМАТИКИ</b>   | <b>125</b> |
| Ласько В.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ПРИ<br/>РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ МЕХАНІКИ</b>                           | <b>126</b> |
| Палиця М.<br><b>ЗАДАЧА ПРО РОЗПОДІЛ ТЕПЛА В ПРОВІДНИКУ</b>  | <b>127</b> |
| Поліщук А.<br><b>РІВНЯННЯ З ПАРАМЕТРАМИ</b>   | <b>128</b> |
| Яценік О.<br><b>СТАЦІОНАРНИЙ РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРИ В ЦИЛІНДРІ</b>  | <b>130</b> |
| Найда Т.<br><b>КОНВЕКТИВНИЙ ТЕПЛООБМІН В ОБЛАСТІ<br/>СТАБІЛІЗОВАНОЇ ТУРБУЛЕНТНОЇ ТЕЧІЇ РІДИНИ В<br/>КРУГЛІЙ ТРУБІ</b> | <b>131</b> |
| Петровський Л.<br><b>ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧУВАНИХ<br/>СИСТЕМ</b>   | <b>133</b> |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| Цимбалюк Д.<br><b>ЧИСЛА ФІБОНАЧЧІ</b> | <b>134</b> |
|---------------------------------------|------------|

*Секція:* **Математичне моделювання і механіка**

|   |            |
|---|------------|
| Білоус Д., Соловійов С.<br><b>МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ ОДНОШАРОВИХ<br/>НАНОТУБУЛЕНОВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАРАМЕТРИЧНОЇ<br/>КРИВОЇ</b> | <b>135</b> |
| Білоус Д., Паньків О.<br><b>РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ<br/>ПИЛОМАТЕРІАЛІВ</b>                                      | <b>136</b> |

*Секція:* **Машини та обладнання сільського виробництва**

|  |            |
|--|------------|
| Бабій М.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИВОДНОГО МЕХАНІЗМУ КОСАРКИ</b>                                      | <b>137</b> |
| Гаврон Н.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ПРИВОДУ КОЛІС<br/>ПРОТРУЮВАЧА</b>                          | <b>138</b> |
| Щур І.<br><b>ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ В<br/>СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ МАШИНОБУДУВАННІ</b>                | <b>139</b> |
| Гаврон Н.<br><b>ВИКОРИСТАННЯ КУЛЬТИВАТОРА-ПЛОСКОРИЗА<br/>ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ</b> | <b>140</b> |

*Секція:* **Машинобудування**

|  |            |
|--|------------|
| Банашко А.<br><b>КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ТРИБОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ<br/>ОКИСЛЕННЯ- МЕТАЛОПЛАКУВАННЯ</b>  | <b>142</b> |
| Головчак В., Шимоняк А.<br><b>АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНФІДЕНЦІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ В<br/>ТЕЛЕФОННИХ МЕРЕЖАХ</b>  | <b>143</b> |
| Бордун В., Герман С.<br><b>РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ<br/>ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОБОЧОЇ<br/>КАМЕРИ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ПЕЧІ</b> | <b>144</b> |
| Бобулюк А., Демко С.<br><b>АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ<br/>ОБРОБЦІ ВІБРОАБРАЗИВНИМ МЕТОДОМ</b>  | <b>145</b> |
| Стефанків Р., Хемій А.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНОГО<br/>ГАЗУ ВІД МЕХАНІЧНИХ ДОМІШОК</b>  | <b>146</b> |

|   |     |
|---|-----|
| Цапів Я., Гонта О.<br><b>АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИПАРОВУВАННЯ СОКІВ НА БАЗІ ЧОТИРЬОХКОРПУСНОЇ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ КОНТРОЛЕРА TSX MICRO 3721 ФІРМИ SHNEIDER ELECTRIC</b> | 147 |
| Брошук Ю.<br><b>МУФТА ЗАПОБІЖНА З ПРОФІЛЬНОЮ ВТУЛКОЮ</b>  | 148 |
| Греля Т.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ СОПЛОВИХ ЛОПАТОК ТУРБІН</b>  | 149 |
| Грицишин І.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНОК НА СИТІ</b>   | 150 |
| Грушицький О.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ БЕЗПЕЧНОЇ РОБОТИ НА ЗАТОЧНИХ ВЕРСТАТАХ</b>  | 151 |
| Грушко О.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ПРИ ТЕРМІЧНІЙ ОБРОБЦІ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ</b>   | 153 |
| Гупка А.<br><b>ТРИБОЛОГІЯ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ДЕТАЛЕЙ ВИКОПУЮЧИХ ОРГАНІВ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН</b>   | 154 |
| Іванішів Р.<br><b>ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ ЗАМІНИ ІНСТРУМЕНТІВ</b>  | 156 |
| Острожинська О.<br><b>ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ ВТРАТ В АВТОМАТИЧНІЙ ІНЕРЦІЙНІЙ ПЕРЕДАЧІ</b>   | 157 |
| Ковалик Ю.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ ФОТОДАВАЧІВ ДЛЯ ЛІНІЙ РОЗЛИВУ ПИТНОЇ ВОДИ</b>   | 158 |
| Королишин Ю.<br><b>ВПЛИВ МАСШТАБНОГО ЧИННИКА НА ПРОЦЕСИ ТЕРТЯ ТА ЗНОШЕННЯ ПРО ОБРОБЦІ МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ</b>  | 159 |
| Ласько В.<br><b>ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ</b>   | 160 |
| Лисанець О., Цимбалюк А.<br><b>МУФТА ЗАПОБІЖНА З ЗІРКОПОДІБНОЮ ПРУЖИНОЮ</b>   | 161 |
| Ліпчінський О.<br><b>ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬ ТОЧНІСТЬ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТУ</b>  | 163 |



|   |            |
|---|------------|
| Магарко А.<br><b>АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ ПРИ<br/>ОБРОБЛЕННІ СКЛАДНОГО ПРОФІЛЮ</b>   | <b>164</b> |
| Михайлишин Р.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТІКАННЯ ГАЗОВИХ ПОТОКІВ В<br/>ЗАЗОРІ МІЖ СОПЛОМ І ЗАГОТОВКОЮ</b>   | <b>165</b> |
| Петришин Ю.<br><b>МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ<br/>ПАР ТЕРТЯ</b>  | <b>166</b> |
| Піскор А.<br><b>МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ ГОФРОВАНИХ ГВИНТОВИХ<br/>ЗАГОТОВОК</b>   | <b>167</b> |
| Процик Т.М<br><b>АНАЛІЗ ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОФІЛЬНИХ<br/>ПОЛІГОНАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ</b>   | <b>169</b> |
| Романський О.<br><b>ВІБРАЦІЙНІ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ У<br/>КОМПЛЕКСНО АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ<br/>МЕХОБРОБЛЕННЯ ТА СКЛАДАННЯ</b>        | <b>170</b> |
| Копестинський М.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ<br/>ВИСОКОШВИДКІСНОГО РІЗАННЯ В ПРОЦЕСАХ<br/>МЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ</b>             | <b>171</b> |
| Кошланський Д.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗВІДХОДНИХ І ПРОГРЕСИВНИХ<br/>ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОЦЕСАХ ВИГОТОВЛЕННЯ<br/>ДЕТАЛЕЙ</b>                        | <b>173</b> |
| Майор М.<br><b>ПРОГРЕСИВНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ<br/>ЗНОШЕННЯ ДЕТАЛЕЙ</b>   | <b>175</b> |
| Хабурський Ю.<br><b>ТВЕРДОТІЛЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ<br/>КОНСТРУКЦІЇ З'ЄДНУВАЛЬНОЇ МУФТИ</b>   | <b>177</b> |
| Шамренко О.<br><b>МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТОКАРНИХ ПАТРОНІВ З<br/>АВТОМАТИЧНИМ ПЕРЕНАЛАГОДЖЕННЯМ<br/>БАГАТОПРОФІЛЬНИХ ЗАТИСКНИХ ЕЛЕМЕНТІВ</b> | <b>178</b> |
| Попів О.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ<br/>ДОВГОВІЧНОСТІ ГНУЧКИХ КОНВЕЄРІВ</b>   | <b>180</b> |
| Заблоцький Я.<br><b>ДІАГНОСТИКА ВИГОТОВЛЕННЯ КРИВОЛІНІЙНИХ<br/>ПРОФІЛІВ ОПТИЧНИМИ ПРИЛАДАМИ</b>   | <b>181</b> |

|  |            |
|--|------------|
| Борис П.<br><b>МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМОТВОРНИХ РУХІВ ВЕРСТАТА ЗА ДОПОМОГОЮ ПАКЕТУ MATHCAD</b>             | <b>182</b> |
| Зінкевич О.<br><b>ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ТА СИЛИ РІЗАННЯ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ</b>                        | <b>183</b> |
| Сусь С.<br><b>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ ІЗ СИСТЕМАМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ</b>  | <b>184</b> |
| Онищук С.<br><b>СИСТЕМА РАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ</b>                       | <b>185</b> |
| Дзяба А.<br><b>МОДЕЛЮВАННЯ ОБРОБКИ НА ТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА</b> | <b>186</b> |
| Чеодар В.<br><b>ДОВГОВІЧНІСТЬ ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ</b>                     | <b>187</b> |
| Николишин В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ГІДРОСТАТИЧНИХ ОПОР ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ</b>               | <b>188</b> |
| Мусій В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ШЛІФУВАННЯ І ПАРАМЕТРІВ ТОЧНОСТІ ШЛІФУВАЛЬНОЇ БАБКИ</b>         | <b>189</b> |
| Дзядик М.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМОУТВОРЕННЯ ШЛІЦІВ НА ШЛІЦЕФРЕЗЕРНОМУ ВЕРСТАТІ</b>          | <b>190</b> |
| Домший В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ОБРОБКИ І ЗУСИЛЛЯ РІЗАННЯ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ</b>                 | <b>191</b> |

Секція:

Електротехніка, електроніка та світлотехніка

|  |            |
|--|------------|
| Гайовий А.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕНЕРГОСИСТЕМ НА ПОХИБКИ ТРАНСФОРМАТОРІВ НАПРУГИ</b> | <b>192</b> |
| Гуня І.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕНЕРГОСИСТЕМИ НА ПОХИБКИ ТРАНСФОРМАТОРІВ СТРУМУ</b>    | <b>193</b> |

|   |            |
|---|------------|
| Карнаух Б.<br><b>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА<br/>КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ КОРИДОРУ<br/>КАФЕДРИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА<br/>ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ</b> | <b>194</b> |
| Худзів М.<br><b>АНАЛІЗ СИСТЕМ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ<br/>ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ</b>   | <b>196</b> |
| Ковач Б.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК<br/>РОБОТИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА В РЕЖИМІ<br/>ГЕНЕРАТОРА</b>                             | <b>197</b> |
| Білінський В.<br><b>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОТРАНСПОРТУ З<br/>ГІБРИДНИМ ТА ЕЛЕКТРИЧНИМ ПРИВОДОМ</b>   | <b>199</b> |
| Катрусак Ю.<br><b>ВИМІРЮВАННЯ ЄМНОСТІ МЕТОДОМ<br/>ВИМІРЮВАННЯ ЕНЕРГІЇ, НАКОПИЧЕНОЇ В<br/>ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ КОНДЕНСАТОРА</b>                   | <b>201</b> |
| Бурмака В.<br><b>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ<br/>КОМБІНОВАНИХ КОНЦЕНТРАТОРІВ<br/>СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ</b>                             | <b>202</b> |
| Галашин Б.<br><b>ВПЛИВ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ НА РОБОТУ<br/>ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ</b>   | <b>204</b> |
| Горбатюк В.<br><b>ВПЛИВ НЕСИМЕТРІЇ СТРУМІВ НА<br/>ВЕЛИЧИНУ ВТРАТ В МЕРЕЖАХ 0,4-6(10) КВ</b>   | <b>205</b> |
| Грещук Ю.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В<br/>СИСТЕМАХ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ</b>  | <b>206</b> |
| Гульоватий В.<br><b>ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В<br/>МЕРЕЖАХ 0,4 КВ<br/>ПРИ НОРМАЛЬНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ</b>                                  | <b>207</b> |
| Гундерчук В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК<br/>СВІТЛОДІОДІВ В ІМПУЛЬСНОМУ РЕЖИМІ</b>  | <b>208</b> |
| Дячук О.<br><b>УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛА І<br/>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ<br/>СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ</b>  | <b>210</b> |

|  |     |
|--|-----|
| Зелез І.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЕНСУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ</b> | 212 |
| Котовська О.<br><b>ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ДАХОВИХ КОТЕЛЕНЬ В БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИРІШЕННЯ</b>          | 213 |
| Кривокульська Н.<br><b>ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА В СИСТЕМАХ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ</b>           | 215 |
| Кушнірук С.<br><b>РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО РЕКУПЕРАТИВНОГО АМОРТИЗАТОРА</b>                                  | 217 |
| Малюга. А.<br><b>ПРИЛАДИ ВИМІРЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ТА ЕНЕРГІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ</b>   | 218 |
| Маняка Р.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОБМІННОГО ОБЛАДНАННЯ</b>   | 219 |
| Мартинович Ю.<br><b>ДИНАМІЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ ОФІСНИХ ПРИМІЩЕНЬ</b>   | 220 |
| Мартинюк М.<br><b>ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗНИЖУВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ В РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ</b>          | 222 |
| Михайлишин Л.<br><b>ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ НА БАЗІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА</b>            | 223 |
| Оуаттара Д.<br><b>ВПЛИВ КЛІМАТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СХЕМ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ АВТОНОМНИХ ОБ'ЄКТІВ</b>                                      | 225 |
| Репета Х.<br><b>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ КОНЦЕНТРАТОРІВ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ</b>                           | 226 |
| Ртіщев П.<br><b>ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ФОТОКАМЕР ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КОЛІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТНИХ ОБ'ЄКТІВ</b>                        | 228 |

|  |     |
|--|-----|
| Свідерська О.<br><b>АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ ТЕПЛООВОГО АКУМУЛЮВАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ</b>                         | 229 |
| Сеник Я.<br><b>ПРОЕКТУВАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ ІЗ ЗМІННОЮ КОЛЬОРОВОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮ</b>                                  | 231 |
| Ларіна К.<br><b>ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА В ЗОВНІШНІЙ РЕКЛАМІ</b>   | 233 |
| Гудима М.<br><b>ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ОСВІТЛЕННЯ В ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ДИНАМІЧНИХ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ДОВГИХ КОРИДОРІВ</b>              | 235 |
| Фецик В.<br><b>ПІДВИЩЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ ТА СЕЛЕКТИВНОСТІ ДІЇ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ПРИ ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАННЯХ НА ЗЕМЛЮ В МЕРЕЖАХ 6-10 кВ</b> | 236 |
| Щербатенко Ю.<br><b>ЗНИЖЕННЯ ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ</b>  | 237 |
| Явний В.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФЕКТІВ В СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ДІАГНОСТУВАННЯ</b>                      | 239 |

Секція:

Радіoeлектронні біотехнічні системи.

|   |     |
|---|-----|
| Андрусик С.<br><b>МЕТОД ОПТИМАЛЬНОГО ВИДІЛЕННЯ ПУЛЬСОВОГО СИГНАЛУ У СУМІШІ ІЗ ЗАВАД</b>   | 240 |
| Атаманчук С.<br><b>МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОБРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ ПРИ НИЗЬКІЙ ІНТЕНСИВНОСТІ СВІТЛОВОГО ПОДРАЗНЕННЯ</b> | 242 |
| Бас С.<br><b>ЗАСОБИ НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНОГО ВПЛИВУ НА БІООБ'ЄКТ</b>   | 244 |
| Велешук П.<br><b>СИНФАЗНИЙ ТА КОМПОНЕНТНИЙ МЕТОДИ АНАЛІЗУ РИТМІЧНИХ БІОСИГНАЛІВ</b>   | 245 |
| Грицюк В.<br><b>ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ФІЛЬТРОВОГО МЕТОДУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАТИСТИК БІОСИГНАЛІВ</b>                         | 246 |

|  |   |
|--|---|
| Дедів М.<br><b>МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МОВНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАБІЛІТАЦІЇ ЛЮДЕЙ ІЗ СИМПТОМОМ ГНУСАВОСТІ</b>                                  | 247   |
| Дудар М.<br><b>ОЦІНЮВАННЯ СТАТИСТИК БІОСИГНАЛІВ МЕТОДОМ СТАЦІОНАРНИХ КОМПОНЕНТ</b>   | 248   |
| Зубрик Л.<br><b>МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЗАСОБИ РЕГУЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ УЛЬТРАФІОЛЕТОМ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ЛІКУВАННЯ ПСОРИАЗУ</b> | 249   |
| Медицький В.<br><b>СИСТЕМА ТРИВОЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ІШЕМІЧНОЇ ХВОРОБИ СЕРЦЯ</b>  | 251   |
| Романів Р.<br><b>ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ БІОМЕДИЧНОГО СИГНАЛУ</b>   | 252   |
| Ткачук А.<br><b>МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВНУТРІШНЬООЧНОЇ РІДИНИ В ДРЕНАЖНИХ СИСТЕМАХ ПРИ ГЛАУКОМІ</b>                             | 253   |
| Черепанський І.<br><b>ОЦІНЮВАННЯ СТАТИСТИК БІОСИГНАЛІВ КОГЕРЕНТНИМ МЕТОДОМ</b>   | 255   |
| Богуславський Р.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ КОРЕКТОРІВ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ В СУЧАСНІЙ МЕДИЧНІЙ ТЕХНІЦІ</b>  | 256   |
| Чолка О.<br><b>МЕТОД РОЗПІЗНАВАННЯ ГОЛОСОВИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАДАЧІ ВІДНОВЛЕННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ ФУНКЦІЇ</b>                                      | 257   |
| <i>Секція:</i>   | <b><u>Зварювання та споріднені процеси і технології</u></b> |
| Анушкевичус Р.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ В УКРАЇНІ</b>   | 259   |
| Тарашук П.<br><b>АКТИВОВАНА ДУГОВА МЕТАЛІЗАЦІЯ</b>   | 261   |
| Кучера В.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ ТЕРМОРЕЗИСТОРНОГО ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАСОВИХ ТРУБ</b>   | 262   |
| Липчук М.<br><b>ВИКОРИСТАННЯ ПЛАСТМАСОВИХ ТРУБ В СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ</b>   | 263   |

|  |     |
|--|-----|
| Попов М.<br><b>ОЦІНКА НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ЗВАРНИХ СТИКІВ<br/>МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ</b> | 265 |
| Бирда В.<br><b>ОЦІНКА ОСНОВНИХ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК<br/>ПОКРИТИХ ЕЛЕКТРОДІВ</b>         | 266 |
| Серкін І.<br><b>ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАС НАГРІТИМ ІНСТРУМЕНТОМ</b>                              | 267 |
| Таращук П.<br><b>УЛЬТРАЗВУКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАС</b>                                     | 268 |

Секція: Фізика

|  |     |
|--|-----|
| Смолух І.<br><b>ВИЗНАЧЕННЯ ВИПРОМІНЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ<br/>ВОЛЬФРАМУ</b>  | 269 |
| Орнатовська В., Форись І.<br><b>ЕФЕКТ КОМПТОНА</b>   | 270 |
| Кузюк А., Грицик В., Данилишин О., Королько М.<br><b>СУЧАСНІ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ<br/>КОСМІЧНОГО ПРОСТОРУ: КИТАЙСЬКА ПРОГРАМА<br/>ВИВЧЕННЯ МІСЯЦЯ</b> | 271 |
| Савка О.<br><b>ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ФІЗИЧНІ КОНСТАНТИ</b>  | 272 |
| Шинкар І., Мамедова Е.<br><b>ІВАН ПУЛЮЙ – ВИДАТНИЙ ВЧЕНИЙ ФІЗИК ТА<br/>ЕЛЕКТРОТЕХНІК</b>   | 273 |

Секція: Хімія. Хімічна, біологічна та харчова технології.

|  |     |
|--|-----|
| Верейко О.<br><b>ХІМІЧНІ ВОЛОКНА</b>   | 274 |
| Дячун І.<br><b>ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ВМІСТ НІТРАТІВ<br/>У МОРКВІ</b>                | 275 |
| Залещик Н.<br><b>ОСОБЛИВОСТІ ХАРЧУВАННЯ ЛЮДЕЙ<br/>ПОХИЛОГО ВІКУ</b>                          | 276 |
| Мельник С.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЖЕЛЕУТВОРЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ<br/>КОНЦЕНТРОВАНОГО ЯБЛУЧНОГО СОКУ</b> | 277 |

|   |     |
|---|-----|
| Богоніс І.<br><b>КОНСЕРВУВАННЯ ШКІРОК КАВУНА</b>  | 278 |
| Галушка І.<br><b>СТАБІЛІЗАЦІЯ ПІГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ СТОЛОВОГО БУРЯКУ</b>  | 280 |
| Дума Н.<br><b>ВПЛИВ ЕНЗИМІВ НА МІКРОБНІ БІОПЛІВКИ, ЯКІ УТВОРЕНІ НА ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ОБЛАДНАНІ</b>                                     | 281 |
| Кондратюк О.<br><b>ВПЛИВ ПРЕПАРАТУ ЕПАА-2 НА ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВОК ДЛЯ ОЗДОБЛЕННЯ ШКІРЯНОГО НАПІВФАБРИКАТУ</b>              | 282 |
| Луцюк О.<br><b>ТАЄМНИЦЯ ЖИВОЇ ВОДИ</b>  | 284 |
| Марчук Н.<br><b>АУТООКИСЛЕННЯ ОЛІЙ І СПОСОБИ ЇХ ЗАПОБІГАННЯ</b>   | 285 |
| Навольська І.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТВЕРДОСТІ ВОДИ МЕТОДОМ КОМПЛЕКСОНОМЕТРИЧНОГО ТИТРУВАННЯ</b>   | 286 |
| Нетребчук М., Годя М.<br><b>ВИДІЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПРОТЕЇНІВ КАЗЕЇНОВОГО КОМПЛЕКСУ</b>  | 288 |
| Прокопенюк А.<br><b>АДСОРБЦІЙНА ОЧИСТКА ВОДИ ВІД ЙОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ</b>   | 289 |
| Мидло Б.<br><b>ВМІСТ НІТРАТІВ У ОВОЧАХ З ВІДКРИТОГО І ЗАКРИТОГО ҐРУНТІВ</b>   | 290 |
| Павлишин Н.<br><b>МІКРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗБЕРІГАННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ КОНСЕРВНОГО ВИРОБНИЦТВА УПАКОВАНОЇ ПІД ВАКУУМОМ</b> | 291 |
| Фик І.<br><b>ВМІСТ ВІТАМІНУ С В ОВОЧАХ РОДИНИ ХРЕСТОЦВІТНИХ ПРИ ЗБЕРІГАННІ</b>  | 292 |
| Подворняк М.<br><b>АЛЬТЕРНАТИВНІ ШЛЯХИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО УСТАТКУВАННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ КУХНІ ТА ФЬЮЖН КУЛІНАРІЇ</b>            | 293 |
| Тимощук Н.<br><b>КЛАСИФІКАЦІЯ СОУСІВ</b>  | 294 |



|   |     |
|---|-----|
| Угрин Ю.<br><b>КОРИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ВИНА ТА МЕТОДИ ЙОГО ФАЛЬСИФІКАЦІЇ</b>      | 296 |
| Шинкар І.<br><b>ЗАСТОСУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕКСТРАКЦІЇ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ</b> | 297 |

Секція: Матеріалознавство, міцність матеріалів і конструкцій

|  |     |
|--|-----|
| Василенко В.М.<br><b>ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НОВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ БАВОВНЯНИХ ВОЛОКНИСТИХ ВІДХОДІВ</b> | 299 |
| Полішук Д.<br><b>ВИЗНАЧЕННЯ ВНУТРІШНІХ СИЛОВИХ ФАКТОРІВ ДЛЯ БРУСІВ ВИГОТОВЛЕНИХ З РІЗНОРІДНИХ МАТЕРІАЛІВ</b>   | 301 |
| Бурдак М., Костенко А.<br><b>САМОВІДНОВЛЮЮЧІ ПОЛІМЕРИ "ЗАГОЮЮТЬСЯ" ПІД ВПЛИВОМ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО СВІТЛА</b>  | 303 |
| Дідич І., Ляшук У.<br><b>ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕПОКСИКОМПОЗИТІВ МОДИФІКОВАНИХ ДИСПЕРСНИМИ ЧАСТКАМИ</b>                                 | 304 |
| Кушнір О.<br><b>КОНФЕКЦІОНУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ НА КОМПЛЕКТ ЛІКАРНЯНОЇ БІЛИЗНИ ДЛЯ ІНВАЛІДІВ</b>   | 306 |
| Литвинова О.<br><b>ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ</b>  | 308 |
| Сеничак Д.<br><b>СТРУКТУРНА ДЕГРАДАЦІЯ МАТЕРІАЛУ МАГІСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДУ</b>   | 310 |

Секція: Приладобудування

|  |     |
|--|-----|
| Горин Т.<br><b>КОНСТРУКЦІЯ ПРИБОРУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ШИРИНИ РОБОЧИХ ПОЯСКІВ ПОРШНЕВИХ КІЛЕЦЬ</b> | 311 |
|--|-----|





*Комп'ютерне макетування І.Б. Окіпний*

Формат 60×90 Папір ксероксний.

Обл.вид.арк 21,28

Наклад 50 прим. Зам. № 2509

Друк здійснено у видавництві

Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001

**E-mail: vydavnytstvo@tu.edu.te.ua**